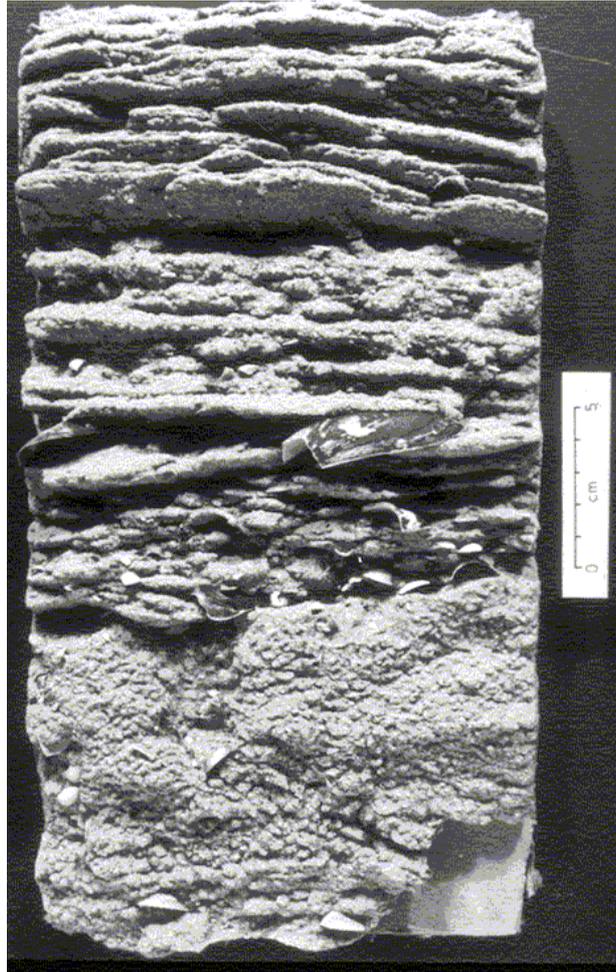


Sedimentveränderung im Wattenmeer

Wiederansiedlung von Miesmuschelbänken

Ein Projekt der Insel- und Halligkonferenz e. V. im Rahmen von:
„Regionen Aktiv – Land gestaltet Zukunft“



Bearbeitet durch:

Dr. Kai Ahrendt
unter Mitarbeit von
Dr. Klaus Albrecht Bayerl
Büro für Umwelt und Küste
Steinstr. 25
24118 Kiel
<http://www.iczm.de>

Sedimentveränderung im Wattenmeer

Ein Projekt der Insel- und Halligkonferenz e. V. im Rahmen von:
„Regionen Aktiv – Land gestaltet Zukunft“

Voruntersuchungen 15.05.2003 – 15.09.2003

Vorwort	
Zusammenfassung	... 1
1 Zielsetzung	... 2
2 Einleitung	... 2
3 Stand der Forschung	... 6
3.1 Biologie und Ökologie der Miesmuschel (<i>Mytilus edulis</i> L)	... 6
3.2 Aufnahme der bisherigen Kartierungen der Miesmuschelbänke im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer	...13
3.3 Ermittlung der hydrologischen und sedimentologischen Rahmenbedingungen aus vorliegenden Untersuchungen	...19
4 Dokumentation regionaler Erfahrungen und Kenntnisse	...27
5 Bewertung der vorliegenden Untersuchungen in Hinblick auf die Erfolgsaussichten	...30
6 Weitergehende Arbeitsschritte	...36
7 Literaturliste	...38
8. Bericht über die Technikerprobung im Sommer 2004 zum Projekt „Wiederansiedlung von Miesmuscheln“ der „Region Uthlande“	
Anlagen	
I Literatúrauswertung ausgewählter Publikationen	AI 1 – AI 24
II Verordnung des Landes zur Muschelfischereiwirtschaft	AII 1 – AII 13
III Historische Entwicklung der Muschelfischerei von M. Ruth	AIII 1 – AIII 11
IV Positionspapier August Jakobsen von 1979	

Abbildungsverzeichnis:

Abb.1: Trockenfallende Miesmuschelbank im Nordfriesischen Wattenmeer	... 3
Abb. 2: Abgefischte Miesmuschelbank im Eulitoral (Sylter Watt, Foto Wulf)	... 4
Abb. 3: Biodiversität von sub- und eulitoralen Miesmuschelbänken (aus BUSCHBAUM & SAIER 2003)	... 8
Abb. 4: Miesmuschel und ihre Feinde (aus BUSCHBAUM & SAIER 2003), ergänzt	...10
Abb. 5: Trockenfallende Miesmuschelbänke im Jahr 1937, 1989 und 1990 im Nordfriesischen Wattenmeer (aus NEHLS & THIEL 1993)	...14
Abb. 6: Die Lage von 158 bekannten Miesmuschelbankstandorten im Nordfriesischen Wattenmeer bis zum Jahr 2001 (aus NEHLS 2002)	...15
Abb. 7: Trockenfallende Miesmuschelbänke im Jahr 2001 im Nordfriesischen Wattenmeer (aus NEHLS 2002)	...16
Abb. 8: Miesmuschelkulturflächen im Nordfriesischen Wattenmeer (aus STOCK et al. 1996)	...17
Abb. 9: Sedimentverteilung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (aus KÖSTER 1998)	...20
Abb. 10: Sedimentverteilung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (nach FIGGE aus STOCK et al. 1996)	...21
Abb. 11: Sedimentgenese des Hörnum- und Vortrapptiefes (aus AHRENDT 1992)	...22
Abb. 12: Sedimentverteilung im Sylt-Römö-Watt (aus KÖSTER et al. 1995)	...23
Abb. 13: Hydrographie des Nordfriesischen Wattenmeeres (aus HIGELKE 1988)	...25
Abb. 14: Morphodynamik des Nordfriesischen Wattenmeeres (aus HIGELKE 1988)	...26
Abb. 15: Vorschlagsflächen für Wiederansiedlungsversuche	...35

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1: Statistik der Miesmuschelanlandung im Deutschen Wattenmeer 1955-1997 (nach RUTH, s. Anhang III)	... 5
Tab. 2: Statistik der Miesmuschelanlandung in Schleswig-Holstein (nach NPA, persönliche Mitteilung Dr. Borchardt)	... 6
Tab. 3: Entwicklung der Muschelbankflächen (aus NEHLS 2002)	...18



Vorwort

Durch die „Pellwormer Interessengemeinschaft zum Erhalt des Nordfriesischen Wattenmeers“, einer speziellen Gruppe des Naturschutzvereins Mittleres Nordfriesland e.V., Stützpunkt Pellworm, wurde 1998 ein Projekt zur Wiederansiedlung von Muschelbänken initiiert und die Fortführung mit Antrag vom 3. September 1999 eingefordert. Zusätzlich wurde das beantragte Projekt im Jahr 2001 in die auf Pellworm angehende „Ländliche Struktur und Entwicklungsanalyse“ eingebracht.

Die Mitglieder der Insel- und Halligkonferenz beschlossen auf ihrer Sitzung am 3./4. April 2001 die Veränderungen im Wattenmeer, speziell im Bezug auf die stärker werdende Erosion der Insel- und Halligsockel, wissenschaftlich untersuchen zu lassen, um Klarheit über mögliche Auswirkung der nun fehlenden Muschelbänke auf diesen Aspekt zu erzielen. Eine wissenschaftliche Vorlage über mögliche Projektschritte wurde dazu eingeholt.

Durch die LSE Beratungen auf Pellworm wurden diese beiden Projektansätze zusammen geführt.

In dem Wettbewerb des Bundesverbraucherministeriums „Regionen Aktiv – Land gestaltet Zukunft“ Herbst 2001/Frühjahr 2002 wurde die Region Uthlande als Modellregion erwählt. In dem als Antrag eingereichten Regionalen Entwicklungskonzept wurde das Muschelprojekt als eines der Leitprojekte beschrieben. Nach der Einrichtung des Regionalmanagements für Regionen Aktiv in der Region Uthlande im September 2002, wurde das Projekt „Sedimentveränderung im Wattenmeer/Wiederansiedlung von Muschelbänken“ von der Regionalen Partnerschaft mit dem Vorbehalt der Abstimmung mit den entsprechenden Fachbehörden genehmigt. Anschließend wurde der offizielle Projektantrag von der Insel- und Halligkonferenz in Abstimmung mit dem Naturschutzverein Mittleres Nordfriesland eingereicht und die gewünschten Vorgespräche mit Beteiligten der Fachbehörden geführt. Die Bewilligung erfolgte im April 2003, die Auftragsvergabe an das Büro für Umwelt und Küste am 14. Mai 2003.



Zusammenfassung

Zur Zeit findet im Wattenmeer eine interne Sedimentumlagerung statt. Sedimenteintrag von außerhalb spielt nur eine untergeordnete Rolle. Sedimentation auf der einen Seite geht zu Lasten von Erosion auf der anderen Seite. Vor allem die Prielsysteme sind von starker Erosion betroffen. In Bereichen von Miesmuschelbänken kann jedoch keine Erosion auftreten, da die Muscheln das unterlagernde Sediment schützen.

Es ist viel über die Ökologie der Muschelbänke geforscht worden, über die Interaktion zwischen Muschelbank und Sediment liegen jedoch kaum belastbare Ergebnisse vor.

Die Muscheln fördern die Sedimentation sowohl als Filtrierer als auch durch ihren Strömungswiderstand, besonders wenn die miteinander versponnenen Individuen mit dem Blasentang (*Fucus vesiculosus*) bewachsen sind.

Miesmuschelbänke bilden eine Art Pufferzone gegen mechanische Beanspruchung durch Strömung und Welleneinwirkung, d.h. sie verhindern oder vermindern zumindest die Erosion des Wattbodens.

In Niedersachsen wurde festgestellt, dass 7 von 8 befischten Bänken nahezu vollständig verschwanden, während alle 12 unbefischten Bänke fortexistierten. Die Zerstörung der Bänke durch Fischerei war nur zum kleineren Teil der direkten Entnahme von Muscheln zuzuschreiben. Haupteffekt war die Beschädigung der Bankstruktur und infolgedessen die Abnahme der Widerstandsfähigkeit gegenüber Stürmen. Bei einer anderen Untersuchung wurde festgestellt, dass im Jahre nach der Ansiedlung von 14 befischten Bänken 11 nicht mehr oder nur in Resten vorhanden waren, von 15 unbefischten war es nur eine.

Miesmuschelbrut ist nahezu immer im Wasser vorhanden. Der Brutfall unterliegt jedoch starken Schwankungen. Es spielen Faktoren wie Oberflächenstruktur, Hydrologie, Sedimentologie etc. eine ausschlaggebende Rolle.

Bei bisherigen Versuchen wurden Miesmuscheln direkt aufs Sediment ausgebracht. Dies führte jedoch nicht zum gewünschten Erfolg. Daher sollte bei einem neuen Versuch methodisch anders vorgegangen werden:

Im Jadebusen wurden seitens des Forschungszentrums Terramare sehr erfolgreich Kollektoren zur Ansiedlung von Muschelbrut in der Wassersäule getestet. Diese Art der Muschelbrutsammlung erscheint auch in den nordfriesischen Gezeitenrinnen und großen Prielen erfolgversprechend. Für erneute Ansiedlungsversuche wird vorgeschlagen, aufbauend auf den Ergebnisse des Forschungszentrums Terramare, in den Prielen des Nordfriesischen Wattenmeeres Miesmuschelbrut auf Kollektoren zu gewinnen, um die Muschelbrut inklusive Kollektoren auf Testflächen ins Eulitoral zu verbringen.



1 Zielsetzung

Aus vielen Naturbeobachtungen im Wattenmeer ist bekannt, dass Miesmuschelbänke die Wattoberfläche stabilisieren. Zumindest wird die Erosion durch Strömung und Wellen im Bereich von stabilen Miesmuschelbänken gehemmt, an günstigen Orten außerdem die Sedimentation von Schlick gefördert. Wenn es gelänge, stabile Miesmuschelbänke in von Erosion dominierten Bereichen neu anzusiedeln, besteht die Möglichkeit, die Erosion dort mittelfristig einzudämmen.

Erkenntnisse zahlreicher Untersuchungen über die Ökologie von Miesmuschelbänken liegen heute vor. Die Interaktion zwischen Miesmuschelbank und Sediment ist bisher jedoch kaum Gegenstand von systematischen Untersuchungen gewesen. Hier gibt es eine große Wissenslücke. Bei Vorliegen aussagekräftiger Ergebnisse über diese Wechselbeziehungen ließen sich Miesmuscheln möglicherweise durch gezielte Wiederansiedlung an geeigneten Standorten als flächenhafter biotechnischer Boden- und Küstenschutz nutzen. Zu vermuten ist, dass Miesmuschelbänke das unterliegende Sediment durch Verbackung verfestigen und durch Filtration zu vermehrter Sedimentation von Feinstpartikeln führen. Andererseits sind Miesmuschelbänke je nach ihrer Lage anfällig gegen schwere Stürme und Eiswinter. Trotzdem konnten Miesmuschelbänke des Gezeitenbereichs in einigen Regionen über Jahrzehnte bestehen, sofern sie von intensiver Miesmuschelfischerei verschont blieben.

Diese Vorstudie soll die bisherigen Erkenntnisse, aber auch die Lücken in der Thematik aufarbeiten und Empfehlungen für weitere Maßnahmen aufzeigen.

2 Einleitung

In vielen Untersuchungen zum Sedimenthaushalt des nordfriesischen Wattenmeeres ist beschrieben, dass sich dort seit geraumer Zeit ein dynamischer Gleichgewichtszustand eingestellt hat, weil potentielle Liefergebiete in Form von Geestauftragungen der letzten Eiszeit heute weitgehend aufgearbeitet, an den Westseiten der Inseln durch Vorspülungen geschützt, oder durch Eindeichung dem System entzogen sind. Das bedeutet, dass heute kein Sediment mehr in nennenswertem Umfang von der Nordsee oder von Land her in das Wattenmeer eingetragen wird, sondern der Sedimenthaushalt weitgehend von internen Umlagerungen geprägt ist. Sedimentation an der einen Stelle geht demnach zu Lasten von Erosion in einer anderen Region. Auch der zeitweise zu beobachtende Verlust von Sediment in die Nordsee nach besonderen Wetterlagen ist mengenmäßig nur von untergeordneter Bedeutung (KÖSTER et al. 1995).

Vor dem Hintergrund eines weiteren klimabedingten Meeresspiegelanstiegs, der Aufsteilung der Gezeitenkurve sowie der Zunahme von Stürmen wird die Erosion in den Gezeitenrinnen vermutlich weiter zunehmen und die Sedimentation in ufernahen Bereichen dem Wasserstand folgen. Ein besonders schwerwiegendes Problem bei der zukünftigen Entwicklung des Wattenmeeres ist die ringförmige Umströmung von Inseln. Die einseitig gerichtete Asymmetrie des Tidegeschehens durch das Überwiegen des Flutstroms im Süden und des Ebbstroms im Norden der Gezeitenrinnen kann zukünftig zu weitreichenden Umgestaltungen im Wattenmeer führen. Großräumige Eindeichungen haben an einigen Punkten diese Umformung der Landschaft verstärkt, in anderen Regionen dagegen die gewünschte Stabilisierung bewirkt.

Miesmuschelbänke bilden die wohl auffälligsten Oberflächenstrukturen im Gezeitenbereich (Eulitoral) des Wattenmeeres und stellen dort ein landschaftsprägendes Element dar (Abb. 1).



Abbildung 1: Trockenfallende Miesmuschelbank im NF Wattenmeer (Foto Bayerl)



Abbildung 2 : Abgefischte Miesmuschelbank im Eulitoral, deutlich sind die Dregdenspuren zu sehen (Sylter Watt, Foto Wulf)



Einzelne Miesmuscheln oder kleinere Ansammlungen (Aggregate) kommen überall im Wattenmeer der Nordsee vor. Mit der zunehmenden Nutzung der Miesmuscheln (*Mytilus edulis* L.) durch den Menschen an der deutschen Nordseeküste ab etwa 1950 wurden zahlreiche begleitende wissenschaftliche Untersuchungen vorgenommen. Die Miesmuschel ist bis heute, auch auf internationaler Ebene, Gegenstand umfangreicher interdisziplinärer Forschungen.

In Tabelle 1 sind die durchschnittlichen Miesmuschelanlandungen pro Jahr im gesamten Deutschen Wattenmeer in Zeitabschnitten von jeweils fünf Jahren dargestellt (nach RUTH, vgl. Anlage III). Seit 1955 haben die Anlandungen bis 1980 ständig zugenommen und scheinen danach an einer natürlichen Obergrenze angelangt zu sein. Der Großteil der Miesmuscheln wurde nach RUTH den sublitoralen Kulturflächen entnommen. Die Flächen, auf den Miesmuschelkulturen betrieben werden, erreichten zwischen 1985 und 1989 mit 3800 Hektar ein Maximum. In Tabelle 2 sind die Größe der Kulturflächen, der Erlös und die Anzahl der Kutter in Schleswig-Holstein seit 1970 dargestellt.

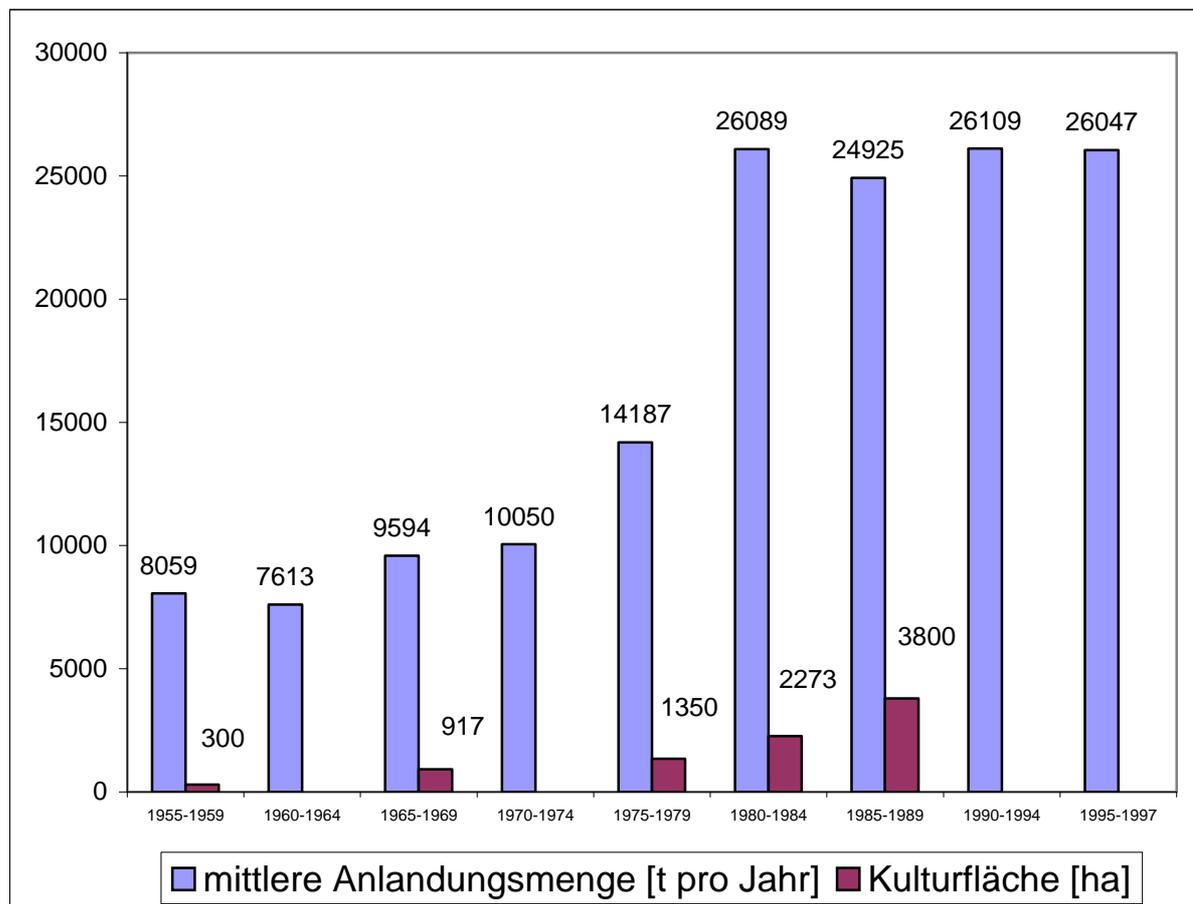


Tabelle 1: Miesmuschelanlandungen im Deutschen Wattenmeer 1955-1997 nach RUTH (s. Anhang III)



Vergleicht man die beiden Tabellen, wird deutlich, dass die 5-Jahres Mittelwerte in Tabelle 1 die stark schwankenden Anlandungsmengen der einzelnen Jahre, die in Tabelle 2 nur für Schleswig-Holstein wiedergegeben sind, in gewisser Weise kaschieren. Demnach fanden in den Jahren 1984, 1991, 1992 und 1996 weit überdurchschnittliche Anlandungen statt.

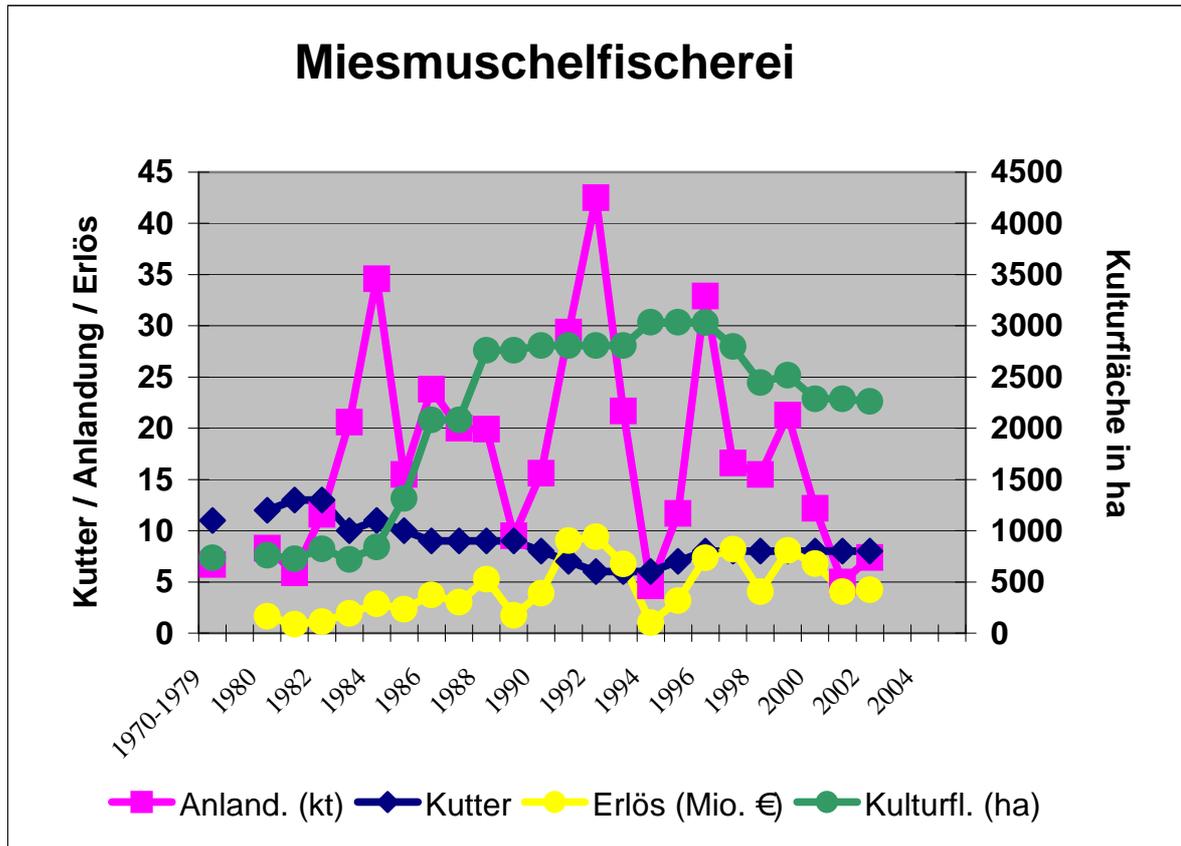


Tabelle 2: Miesmuschelanlandung in Schleswig-Holstein (nach NPA, persönliche Mitteilung Dr. Borchardt)

3 Stand der Forschung

Die Miesmuschel gehört zu den am besten untersuchten Meerestieren. Dafür spricht die umfangreiche internationale Literaturliste am Ende dieses Berichts, die nur eine Auswahl sein kann und auch im Rahmen dieser Voruntersuchung nicht vollständig ausgewertet werden konnte.

Biologie und Ökologie der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.)

Die Biologie und Ökologie der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.) sind heute sehr gut bekannt (z.B. GOSLING 1992). Miesmuscheln sind in den gemäßigten Zonen der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet und kommen von der westlichen Karasee im Nordmeer bis zum Mittelmeer, North Carolina, Kalifornien und Japan vor. Die Maximallänge der Miesmuschel variiert je nach Lebensraum zwischen weniger als 1cm bis



zu ca. 20cm, ihr Fleischgehalt liegt zwischen 12% und 45% des Lebendnassgewichts. Spezielle Erkenntnisse über ihr Vorkommen und ihre Lebensweise im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer beschreibt RUTH (1998c).

Nach SEED (1975) gibt es beim Generationswechsel der Miesmuschel einen Jahreszyklus: Die Neuentwicklung der Geschlechtsdrüsen (Gonaden) findet im Oktober und November statt (ab 1cm Individuengröße). Die Entwicklung der Fortpflanzungszellen (Gametogenese) vollzieht sich den Winter über bis zum nächsten Frühjahr. Während des Frühjahrs wird teilweise schon abgelaicht. Die Hauptablaichzeit liegt im frühen Sommer mit vollständigem Entleeren der Gonaden im Juli/August. Bis zum Oktober verdickt sich Mantel der Miesmuschel durch Einlagerung von Reservestoffen.

Die Entwicklung der Miesmuschel beschreibt SPRUNG (1983):

Die meist getrenntgeschlechtlichen Miesmuscheln geben ihre Eier oder Spermien (Gameten) ins Wasser ab. Eine weibliche Miesmuschel laicht ein bis mehrmals im Jahr etwa 5 bis 12 Millionen Eier ab, die im Wasser befruchtet werden. Nach der Befruchtung entwickelt sich aus dem Ei innerhalb weniger Stunden eine *Wimpernlarve*.

Nach dem *Trochophora-Stadium* bildet sie ein Segel (Velum) und eine Schalendrüse aus: *Veliger-Stadium*. Die Drüse produziert eine D-förmige Schale von 100-120µm Länge. Bis hier verläuft die Entwicklung auf Kosten der dem Ei mitgegebenen Nahrungsreserven.

Danach beginnt die Larve mit Hilfe des Velums zu fressen und verliert durch Zuwachsringe ihre D-Form: *Veliconcha-Stadium*.

Ab ca. 270µm Schalenlänge bildet die Larve einen funktionsfähigen Fuß aus: *Pediveliger-Stadium*. Der Pediveliger kann schwimmen und kriechen. Bis zu einer Größe von etwa 360µm kann er im Wasser (Plankton) bleiben, bis er auf einem geeigneten Substrat zum Bodenleben übergeht und die Metamorphose vollzieht. Bei der Metamorphose kommt es u.a. zur Übernahme der Fressfunktion durch die neugebildeten Kiemen, zur Sekretion von Byssusfäden und zur Neuorientierung der Organe in der Mantelhöhle (BAYNE 1976). Die Entwicklungsdauer der planktonischen Larven variiert von einigen Wochen bis zu mehreren Monaten. Nach erster Ansiedlung an fädigen Strukturen ist eine Abfolge von mehrfachem Loslassen, Verdriften und Wiederansiedlung an anderer Stelle möglich (RUTH & ASMUS 1994, RUTH 1998c).

Nach PULFRICH (1995) sind Reproduktion, Anzahl (Abundanz) von Larven in der Wassersäule und Rekrutierung von Larven der Miesmuschel sehr unregelmäßig bis zufällig im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (Untersuchungszeitraum: 1990-1993). Die Laichaktivität und damit der Brutfall findet das ganze Jahr über statt, mit Maxima im Frühsommer und Herbst. Wie hoch der Erfolg bei der Weiterentwicklung ist, hängt von vielen biologischen und physikalischen Faktoren sowie von der Lage und Beschaffenheit des Untergrunds ab. Die Wechselbeziehungen von lokalen Bedingungen wie Temperatur, Nahrungsangebot und Höhenlage des Untergrunds sowie Wachstum, Kondition (Verfassung) und Reproduktionsprozessen sind komplex und daher nicht vorhersagbar. Vieles ist demnach bei der Rekrutierung von Muschelbrut vom Zufall bestimmt.

Die Larvendichte im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer war im Untersuchungszeitraum (1990-1993) klein im Verhältnis zu anderen Wattgebieten der Nordsee, aber Miesmuschellarven waren kontinuierlich in der Wassersäule vorhanden. Ein Zusammenhang von hoher Larvendichte und der Entstehung einer Miesmuschelbank ist nach PULFRICH (1995) fraglich.

In dem umfassenden Schrifttum (s. Literaturliste) sind sich die Autoren nicht einig, wie und an welchen Stellen des Gezeitenbereichs die besten Aussichten zur Rekrutierung von Miesmuschelbrut bestehen. Eine Mehrheit geht davon aus, dass auf oder in der Nähe



bestehender Bänke oder Ansammlungen mit oder ohne Seepockenbewuchs die besten Ansiedlungsbedingungen sind, andere Autoren sind gegenteiliger Auffassung. Einig sind sich aber alle Autoren bezüglich des Zeitpunkts (Frühling/Frühsummer), der Lage des Standorts (Prielnähe, unteres Eulitoral) und des Ansiedlungssubstrats. Als günstige Substrate zum Anheften von Miesmuschellarven gelten alle Hartgründe (Schill, Kies, Alter Klei, Torf, Holz, Pfähle, Bojen, feste Hindernisse aller Art, etc.) und fädigen Strukturen auf dem Wattboden (von Hydroidpolypen wie z.B. das Zypressenmoos *Sertularia cupressina* oder der Glockenpolyp *Laomedea flexuosa*, Grünalgen wie *Enteromorpha spec.* und *Ulva spec.*, Seegrass (*Zostera*) sowie aus dem Wattboden ragende Teile des Bäumchenröhrenwurms *Lanice conchilega* und die Byssusfäden selbst, mit denen schon angesiedelte Miesmuscheln untereinander versponnen sind), bei am besten auch bei Niedrigwasser noch geringer Wasserbedeckung. Die Strömungsgeschwindigkeit sollte nicht über 0,5 m/s liegen (PULFRICH 1995), aber auch nicht zu gering sein. Miesmuschelbänke existieren im Gezeitenbereich (Eulitoral) vornehmlich in Gebieten mit niedriger Wellenwirkung (Orbitalgeschwindigkeit), nicht aber bei sehr niedriger oder hoher Orbitalgeschwindigkeit. Bei Trockenfallzeiten über 50% einer Tide können Miesmuschelbänke kaum entstehen (BRINKMAN et al. 2002). Miesmuschelbänke stellen „Inseln der Biodiversität“ im Wattenmeer dar (BUSCHBAUM & NEHLS 2003). Sie besitzen die 25fache Biomasse des übrigen Wattbodens und sind die artenreichste Lebensgemeinschaft im Wattenmeer (REISE et al. 1998). Miesmuscheln bilden durch ihre Filtrieraktivität je nach Standort dicke Lagen biogenen Schlammes aus, die von weiteren in oder auf dem Boden lebenden Tierarten (Abb. 3) (Makrozoobenthosorganismen) besiedelt sind. ASMUS (1987) gibt diesbezüglich bis zu 41 Arten an.

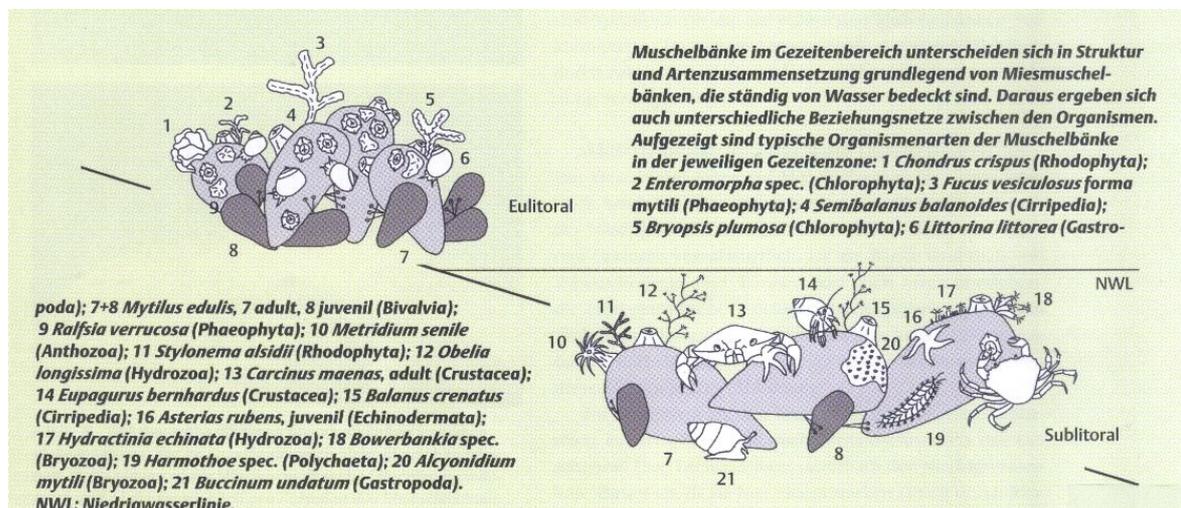


Abbildung 3: Biodiversität von sub- und eulitoralischen Miesmuschelbänken (aus BUSCHBAUM & SAIER 2003)

Miesmuscheln ernähren sich hauptsächlich von pflanzlichen Schwebstoffen (Phytoplankton). Sie können nur an solchen Stellen langfristig gedeihen, in denen die Nahrungszufuhr ausreicht, um ungestörtes Wachstum und Entwicklung zu ermöglichen (RUTH & ASMUS 1994). Der gesamte Wasserkörper des Wattenmeeres der Nordsee kann



rein rechnerisch von den Miesmuscheln binnen weniger Tage filtriert werden (DANKERS & KOELEMAIJ 1989, DANKERS & ZUIDEMA 1995).

Miesmuschelbänke sind nach REISE et al. (1993) außerdem Katalysatoren im Stoffkreislauf des Wattenmeeres, indem sie große Mengen Sauerstoff veratmen und Nährsalze wie Ammonium, Nitrat, Phosphat und Silikat freisetzen, die für die Produktion pflanzlicher Biomasse zur Verfügung stehen.

Im Eulitoral weisen Miesmuschelbänke sehr hohe Muscheldichten auf, aber die Größe der Individuen ist meist kleiner als die gleichaltriger Artgenossen auf sublitoralen Bänken (BUSCHBAUM & SAIER 2003). Durch das langsamere Wachstum sind die Schalen der Miesmuscheln im Eulitoral deutlich dicker als im Sublitoral (CADEE 1990). Das Wachstum von *Mytilus* beträgt im Eulitoral rund 3cm in 2 Jahren gegenüber etwa 5cm (Erntegröße für Muschelfischerei) im Sublitoral. Die flächenhafte Verbreitung der Miesmuschelbänke auf Wattflächen im Gezeitenbereich liegt bei nur etwa ein Prozent des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres, die Pumpleistung pro Miesmuschel beträgt bis zu 15 Liter pro Tag (BUSCHBAUM & SAIER 2003).

Haupt-Fressfeinde der Miesmuschel sind Mensch (Fischerei), Eiderente, Austernfischer, Silbermöwe, Rabenkrähe und Knutt sowie Seestern, Strandkrabbe, Garnele und verschiedene Borstenwürmer, die Meerestiere dabei hauptsächlich bei Jungmuscheln und im Sublitoral (NEHLS et al. 1997, BUSCHBAUM & SAIER 2003). Nach NEHLS et al. (1998) konsumieren Vögel im Nordfriesischen Wattenmeer pro Jahr bis zu 30% des Miesmuschelbestands (Abb. 4).

Wenn der Fraßdruck durch Räuber hoch ist, entwickeln sich Muschelbänke zwar langsamer, sind aber vergleichsweise stabil, da leere Schalen gute Ansiedlungsbedingungen für Muschellarven bilden, die wiederum zwischen Klumpen älterer Muscheln hohe Überlebenschancen besitzen (MCGRORTY et al. 1990). Langsam wachsende Bänke können über viele Jahre überleben, auch wenn die Lebensdauer der Individuen durch Fraßdruck kürzer ist. Miesmuschelbänke regulieren unter natürlichen Umständen ihr Überleben selbst (DANKERS 1998). DANKERS (1993) spricht von einem sich langsam fortpflanzenden „Superorganismus“ mit einer niedrigen Sterblichkeitsrate. Auch nach Beschädigung durch Eiswinter blieben häufig genügend Fragmente der Muschelbänke für Neuansiedlungen zurück. Neben Fischerei und Wegfraß können Stürme und Eiswinter die Miesmuschelbänke im Gezeitenbereich erheblich beeinträchtigen. Nach Luftbildauswertungen im Gebiet zwischen Eiderstedt und Römö sowie Detailuntersuchungen im Königshafen auf Sylt wurden nach STRASSER et al. (2001) im Winter 1995/96 die *Mytilus*bänke im Gezeitenbereich des Wattenmeeres stark durch Eisschollen dezimiert. Der Grad der Zerstörung der eulitoralen Bänke hängt hauptsächlich von der Dauer und Stärke der Eisbedeckung ab, weniger von der Temperatur, die sich andererseits als bestimmender Faktor für die Sterblichkeit von Herzmuscheln erwiesen hat. In Gebieten mit großen Anteilen an trockenfallenden Flächen und geringerer Salinität war die Mortalität der Miesmuscheln am höchsten. Die Beeinträchtigung der Miesmuscheln nahm von N (Sylt) nach S (Eiderstedt) deutlich zu. Besonders die mit *Fucus* (Blasentang) bewachsenen Miesmuschelaggregate werden von den Eisschollen aufgenommen und häufig in Gebiete verdriftet, wo sie nicht überlebensfähig sind (RUTH 1998c).



ABB. 2 Die Kiemen der Muscheln sind zugleich Atem- und Nahrungsaufnahmegorgan. Mit feinsten Flimmerhaaren wird die Nahrung zum Mund der Muschel transportiert. Unverdauliche Partikel werden als **Scheinkot** ausgeschieden.



ABB. 3 a) Eiderenten (*Somateria mollissima*), b) Strandkrabben (*Carcinus maenas*) und c) Seesterne (*Asterias rubens*) gehören im Wattenmeer zu den wichtigsten Muschelräubern.



sowie der Mensch



Abbildung 4: Miesmuschel und ihre Feinde (aus BUSCHBAUM & SAIER 2003), ergänzt



Im extremen Eiswinter 1984/85 lag die direkte Sterberate von *Mytilus* im deutschen Wattenmeer nach OBERT & MICHAELIS (1991) bei 34%. Nach dem strengsten Eiswinter des vergangenen Jahrhunderts, 1946/47, war die Miesmuschel sogar nahezu vollständig aus dem ostfriesischen Wattenmeer verschwunden (STRASSER et al. 2001). Die Miesmuschel kann allerdings, verglichen mit der Herzmuschel (*Cerastoderma edule*), der Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*) und der Plattmuschel (*Macoma balthica*), frostige Temperaturen am besten erdulden (THEEDE 1965). Im niederländischen Wattenmeer war die Sterblichkeitsrate von *Mytilus* nach strengen Eiswintern vergleichsweise gering. *Mytilus* wird dort als winterharte Spezies betrachtet (BEUKEMA 1990).

Im gesamten Wattenmeer der Nordsee wurde nach Eiswintern immer sehr starker Brutfall verbunden mit einer starken Rekrutierung im darauffolgenden Frühjahr beobachtet (BEUKEMA 1982, OBERT & MICHAELIS 1991, RUTH 1998c, STRASSER et al. 2001, u.v.a.). Dadurch konnten sich viele alte, stabile Bänke bis heute immer wieder regenerieren. Da Larven existierende Bänke bevorzugen, gibt es auf Miesmuschelbänken häufig unterschiedliche Altersgruppen, wodurch die Überlebensfähigkeit der Bänke verstärkt wird (MCGRORTY et al. 1990).

Die hohe Rekrutierung von *Cerastoderma* und *Mytilus* direkt nach dem Eiswinter 1995/96 war nach STRASSER (2000) nicht auf eine erhöhte Anzahl ihrer Larven in der Wassersäule im darauffolgenden Frühjahr zurückzuführen. Ursache war vielmehr das um mehrere Wochen verspätete und verminderte Auftreten von *Carcinus*-Nachwuchs (Strandkrabbe) nach Eiswintern. Der Wegfraß der auf dem Wattboden lebenden Arten (epibenthische Prädation) steuert offensichtlich ebenfalls den Ansiedlungserfolg von *Mytilus*. Die *Lanice*-Population (Bäumchenröhrenwurm), die wie *Cerastoderma* durch diesen Eiswinter nahezu vollständig zerstört wurde, brauchte zwei weitere Jahre zur vollständigen Erholung.

NEHLS & THIEL (1993) beobachteten nach Luftbilddauswertungen ein sehr ähnliches räumliches Verteilungsmuster bei den Auswirkungen von schweren Stürmen auf die Miesmuschelbänke im Winter 1989/90 wie STRASSER et al. (2001) nach Eiswintern. Auch in diesem Fall stellt die Schwächung der Bankstruktur durch Verdriftung der Individuen zu ungünstigen Standorten sowie untergeordnet auch Übersandung der Bänke die wesentliche Beeinträchtigung dar. Die Auswirkungen der Stürme war in den geschützten Bereichen der Rückseitenwatten erwartungsgemäß deutlich geringer als in den offenen Watten.

Eine neue zunehmende Gefährdung für Miesmuschelbänke im Wattenmeer der Nordsee stellt die Ausbreitung der pazifischen Auster (*Crassostrea gigas*) dar. Austern sind seit Anfang der 1990er Jahre verbreitet auf Miesmuschelbänken im unteren Gezeitenbereich im Rückseitenwatt der Insel Sylt, wo sich bei List eine Austernaufzuchtstation befindet, anzutreffen (REISE 1998). Die Austernlarven benutzen Miesmuscheln als Siedlungssubstrat, überwachsen diese mit der Zeit und führen zum Absterben der Miesmuscheln. Die Austern kommen außer auf Miesmuschelbänken auch verstreut im Eulitoral vor und sind an allen Hartsubstraten zu finden (REISE & DIEDERICH 2003). Mittlerweile haben sich die pazifischen Austern bis nach Niedersachsen (WEHRMANN et al. 2000) und Helgoland (aktuelle Rundfunkmeldung) ausgebreitet. Langfristig könnten an einigen Standorten, wo heute Miesmuschelbänke existieren Austernbänke entstehen.

Die Wechselbeziehungen zwischen Miesmuschelbänken und der Wattoberfläche sind bis heute nur wenig systematisch untersucht. Allgemein bekannt ist, dass die Miesmuscheln durch ihre Lebensweise Schlick anreichern. Sie filtern dabei planktonische Nahrung aus



dem Wasser, sortieren in den Kiemen die unverdaulichen Bestandteile heraus und scheiden sie als sogenannte Pseudofaeces aus. Die den Darm passierenden Ausscheidungsprodukte werden als Faeces bezeichnet. Rein rechnerisch filtrieren die Miesmuscheln in einer Woche das gesamte Wasser des Wattenmeeres durch (DANKERS & KOELEMAIJ 1989, DANKERS & ZUIDEMA 1995).

Die Biodeposite (Pseudofaeces und Faeces) der Miesmuschel sind vergleichsweise instabil gegen strömungs- oder wellenbedingte mechanische Beanspruchung (AUSTEN 1995) und können zum Teil wieder in die Wassersäule resuspendiert werden.

Bei ruhigen Witterungsbedingungen und in geschützten Bereichen können die Ausscheidungsprodukte angereichert und mikrobiell verfestigt werden. So kann insbesondere Diatomeenbewuchs die Erosionsstabilität erheblich erhöhen (WOHLENBERG 1956, FÜHRBÖTER 1983).

FLEMMING & DELAFONTAINE (1994) nahmen detaillierte Untersuchungen zur Biodeposition im Bereich einer kleinen, einjährigen Miesmuschelbank, die nach starkem Brutfall im Sommer 1991 entstanden war, im Rückseitenwatt von Spieckeroog zwischen September 1992 und Februar 1993 vor. Auf einer 12m² großen Testfläche innerhalb dieser Bank wurden von einem fest installierten Gerüst aus mit Kamera und Theodolit im September, Oktober, Dezember und Februar Vermessungen vorgenommen. Zwischen September und Oktober wurde eine mittlere Sedimentationsrate von 0,56mm pro Tag ermittelt. Auch während der Voruntersuchungen in den Sommermonaten zuvor war die Sedimentbilanz in der Umgebung der Bank positiv.

Zwischen den weiteren Vermessungen im Winter herrschte dagegen Erosion von durchschnittlich gut 1mm pro Tag vor. Allerdings war es in dem Winter 1992/93 ungewöhnlich stürmisch, gefolgt von einer dreiwöchigen Frostperiode (bis minus 15°C) im Januar mit Vereisung des Wattenmeeres. Danach war die gesamte Muschelbank zerstört. Im ostfriesischen Wattenmeer wurden Miesmuschelbänke früher bis zu 180 cm hoch (LINKE 1954), heute werden sie durch veränderte hydrodynamische Rahmenbedingungen dort kaum höher als 50cm.

BAYERL (1992) beobachtete eine Schlicksedimentation von bis zu fünf Zentimetern in drei Monaten zwischen Sommer und Herbst innerhalb einer Miesmuschelbank vor Keitum auf Sylt, bei gleichzeitiger Erosion der Wattoberfläche in Form von kleinen, bis zu 10cm tiefen Rinnen durch „kanalisiert“ abfließendes Wasser aus den von kleinen Muschelbänken umgebenen, wannenartigen Bereichen bei Niedrigwasser.

Nach MANZENRIEDER (1983) tragen Miesmuscheln durch ihre Ausscheidungsprodukte zur Sedimentbildung bei. Die Sedimentstabilisierung durch Miesmuschelbänke an der Niedrigwasserlinie geschieht in ähnlicher Weise, wenn auch in einer anderer Größenordnung, wie durch vergossene Raudeckwerke im technischen Küstenschutz.

Allgemein bekannt ist auch, dass die Miesmuschelfischerei nicht sedimentstabilisierend sein kann. Dabei werden die Schlickansammlungen innerhalb der Bänke vollständig resuspendiert. Ob die Schwebstoffe an anderen Stellen des Wattenmeeres wieder abgelagert, oder teilweise in die offene Nordsee gelangen, ist bisher ebenso wenig systematisch untersucht worden wie eine möglicherweise erosionsfördernde Auswirkung der Miesmuschelfischerei.

Dies dürfte heute auch besonders schwierig sein, da die Miesmuschelfischerei im Gezeitenbereich (Eulitoral) des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres seit 1996 ausnahmslos verboten ist (RUTH 1998d) und Untersuchungen im Sublitoral, sofern überhaupt möglich, sehr zeit- und kostenaufwendig wären.



Aufnahme der bisherigen Kartierungen der Miesmuschelbänke im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer

Eine erste Aufnahme und photographische Dokumentation von Miesmuschelbänken im Rückseitenwatt von Amrum stammt von JESSEN (1932). Auch SCHWARZ (1932) beschreibt in seinen Untersuchungen über den tierischen Einfluss auf die Wattsedimente einige Miesmuschelbänke im nordfriesischen Wattenmeer und dokumentierte sie ebenfalls fotografisch. Miesmuschelarven siedelten demnach im Bereich Langeness, Habel und Südfall bevorzugt auf Torf oder altem Klei, besonders an Stellen, wo Schiffe kleine Furchen hinterlassen haben.

KOLUMBE (1933) und WOHLLENBERG (1937) lieferten Kartierungen mit Miesmuschelbänken für den Königshafen bei List auf Sylt.

Eine Karte mit der großräumigen Verteilung der Miesmuschelbänke im Eulitoral zwischen Eiderstedt und dem Hindenburgdamm aus dem Jahr 1937 (Abb. 5) produzierte PLATH (1943). Alle Gebiete, in denen dort größere Miesmuschelvorkommen verzeichnet sind, wiesen auch in den jüngeren Kartierungen von RUTH (1998a und c) und NEHLS (1999 bis 2002, Abb. 6 und Abb. 7) Miesmuschelbänke auf. Die Miesmuschelbänke im Gezeitenbereich zwischen Föhr und Amrum, südlich Langeness, östlich Pellworm sowie zwischen Habel und Gröde scheinen demnach sehr stabil zu sein. Weitere kleinere Vorkommen kartierte PLATH nördlich der Hamburger Hallig sowie nördlich und südlich von Nordstrand. Er kartierte ausschließlich im Gelände und macht keine Flächenangaben zu den Muschelbänken.

In dem Wattenmeeratlas von DIJKEMA (1989) sind die Miesmuschelbänke aus Luftbildserien verschiedener Jahrgänge zusammengefasst dargestellt. Die Verbreitung der Miesmuschelbänke ist hier äußerst gering im Vergleich mit den anderen Autoren. NEHLS (1990) und NEHLS & THIEL (1992) legen ebenfalls Karten der eulitoralen Miesmuschelbänke nördlich von Eiderstedt vor. Dabei wurden die Flächen der Miesmuschelbänke bei Befliegungen aus 150 m Höhe abgeschätzt und im Maßstab 1:100000 kartiert. Es werden Angaben zu der Anzahl der Bänke, jedoch verständlicherweise nicht zu deren Flächenanteil vorgenommen. Die Miesmuschelvorkommen entsprechen im wesentlichen Abbildung 6.

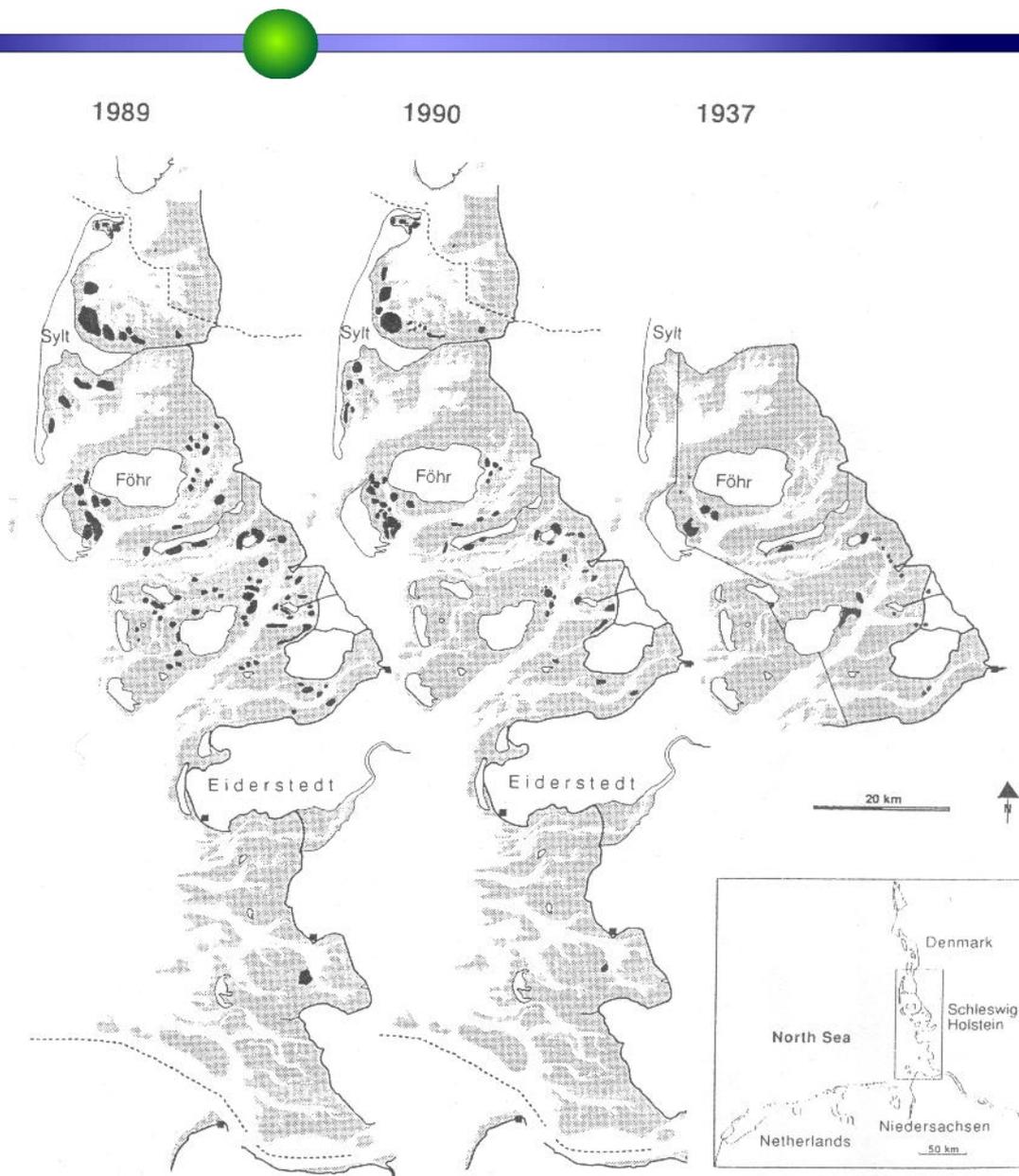


Abbildung 5: Trockenfallende Miesmuschelbänke im Jahr 1937, 1989 und 1990 im Nordfriesischen Wattenmeer aus NEHLS & THIEL (1993)

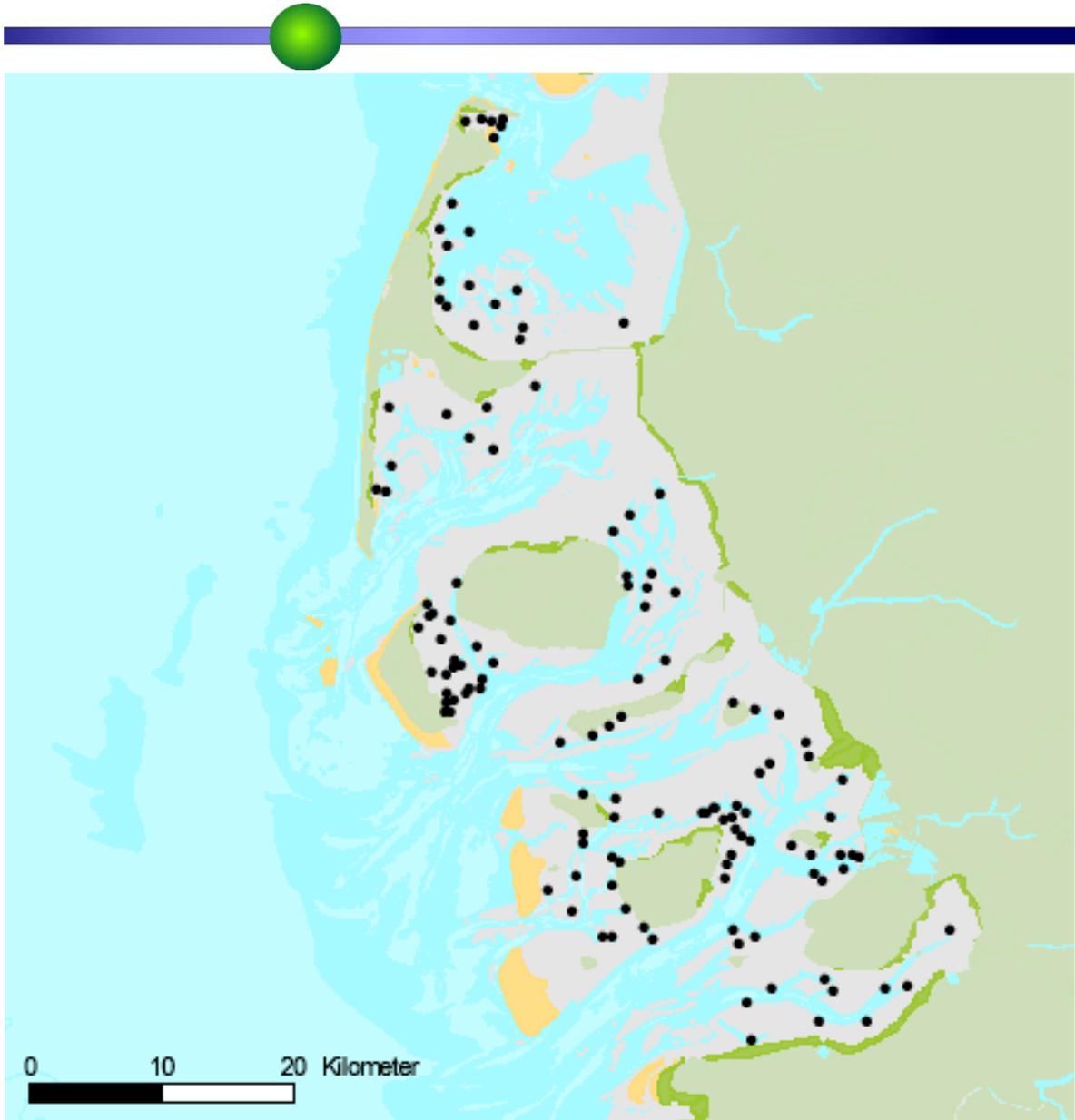


Abbildung 6 : Die Lage von 158 bekannten Miesmuschelbankstandorten im Nordfriesischen Wattenmeer bis zum Jahre 2001 (aus NEHLS 2002)

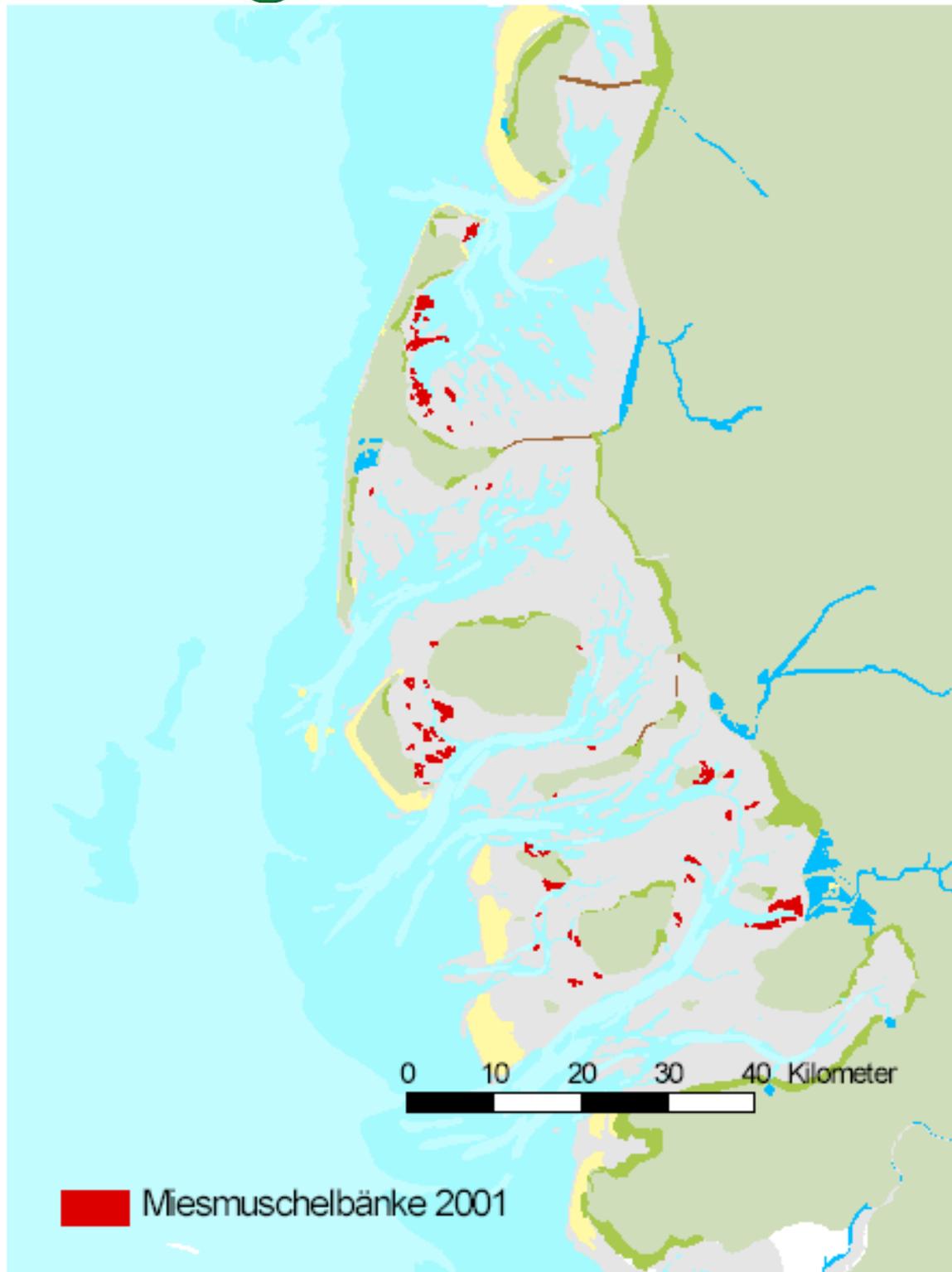


Abbildung 7 : Trockenfallende Miesmuschelbänke im Jahre 2001 (aus NEHLS 2002)

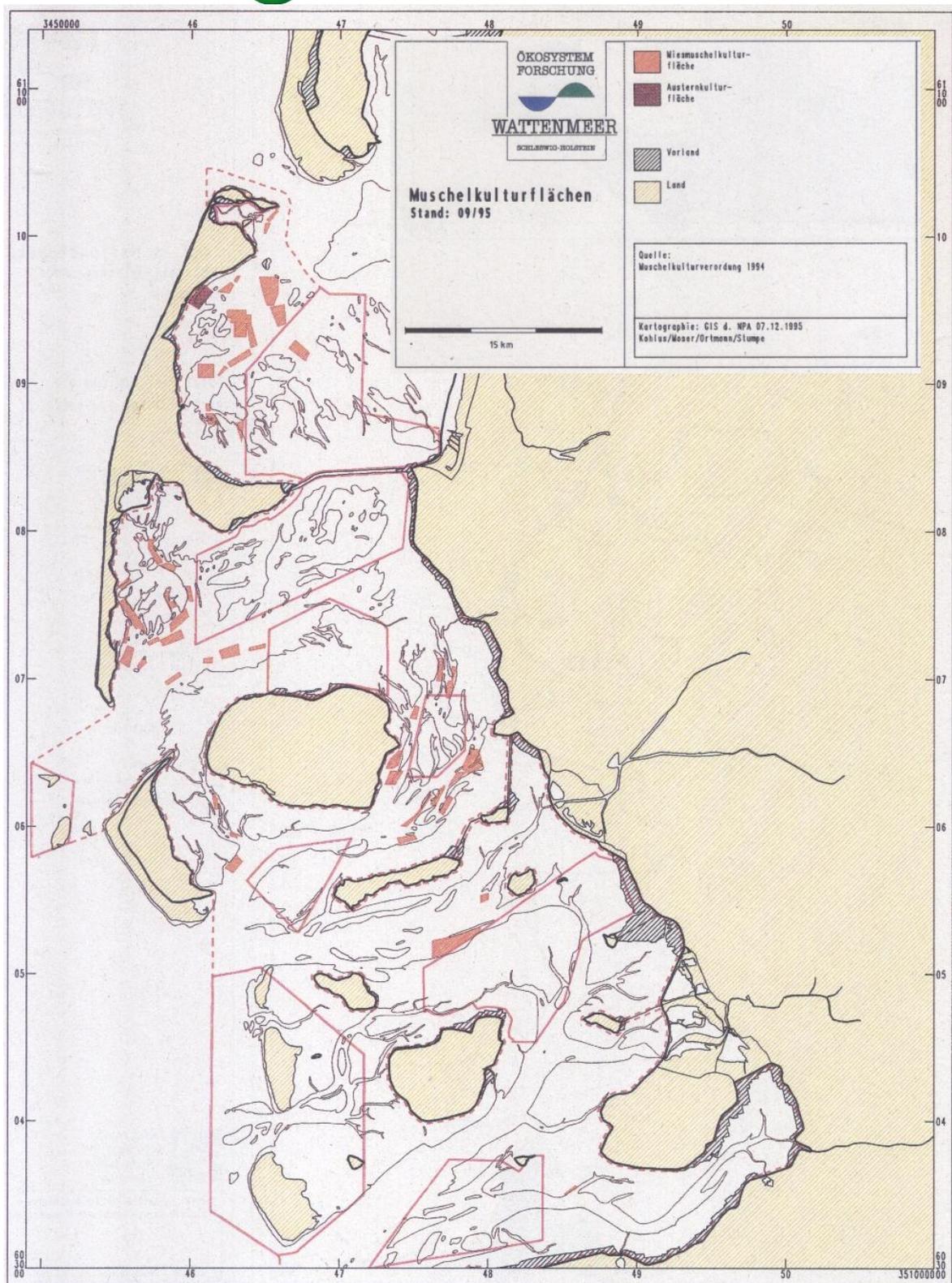


Abbildung 8 : Miesmuschelkulturflächen im Nordfriesischen Wattenmeer (aus STOCK et al. 1996)



Bei STOCK et al. (1996) ist eine Karte der genehmigten sublitoralen Miesmuschelkulturflächen von 1994 wiedergegeben (Abb. 8). Die Gebiete konzentrieren sich im wesentlichen auf die Watteinzugsgebiete von Lister Tief, Hörnumtief und Norderaue.

RUTH (1998a und 1998c) führt neben einer Karte über die Ausdehnung der eulitoralen Miesmuschelbänke nördlich Eiderstedts (vergl. Abb. 6) einen Katalog mit detaillierter Beschreibung der einzelnen Standorte auf, die er im Zeitraum zwischen 1989 und 1993 kartierte. Dazu maß er fast alle Bänke mit Hilfe eines DECCA-Navigationsgeräts ein. Die größte Gesamtfläche an Miesmuschelbänken im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer ermittelte RUTH (1998c) für das Jahr 1989 mit 3000 Hektar, wobei die Bänke im Sylter Watt nördlich des Hindenburgdammes mit Ausnahme des Königshafens aus zeitlichen Gründen nicht erfasst werden konnten.

NEHLS (1999 bis 2002) wendet im Rahmen seiner Untersuchungen zum Miesmuschel-Monitoring im Nationalpark Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer modernere Vermessungsmethoden an. Neben einer jährlichen Luftbildauswertung werden die Miesmuschelbänke an ausgesuchten Standorten mit einem GPS-Decoder vermessen und mit Hilfe eines Geoinformationssystems (GIS) ausgewertet und dargestellt (vergl. Abb. 7). Die Flächenangabe der eulitoralen Miesmuschelbänke im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer ist in dieser neueren Untersuchung mit bisher maximal 1000 Hektar (NEHLS 2000) deutlich niedriger als 1989 (3000 Hektar) bei RUTH (1998c), wie in Tab. 3 dargestellt.

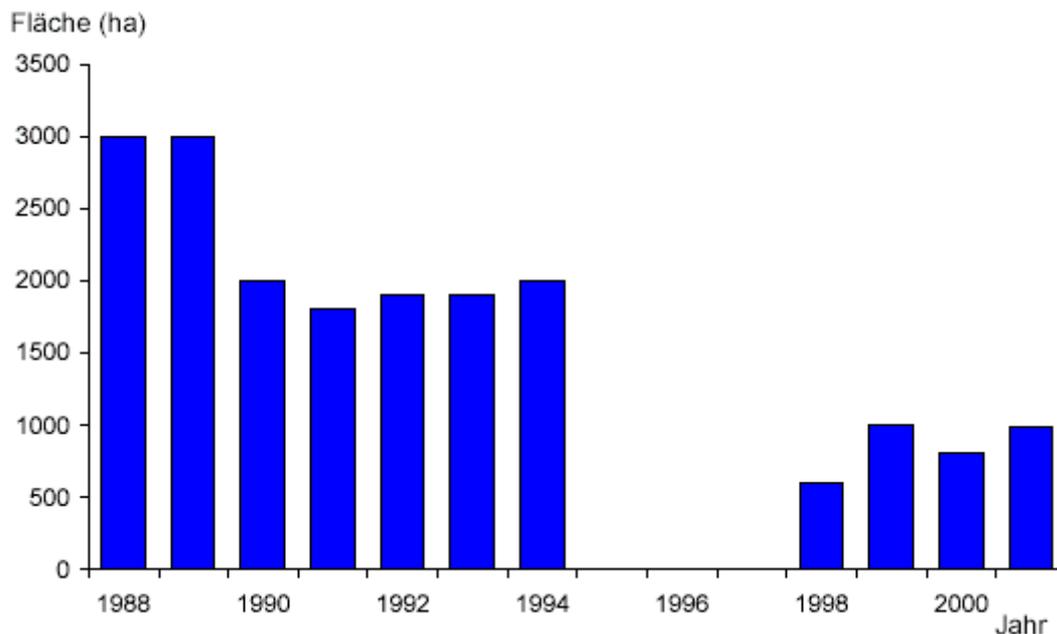


Tabelle 3: Entwicklung der Muschelbankfläche im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (aus NEHLS 2002)



Vergleicht man allerdings nur die zugehörigen Abbildungen 3 und 4 ist diese große Differenz um den Faktor 3 optisch kaum nachvollziehbar, zumal NEHLS auch die Bereiche nördlich des Hindenburgdammes mit einbezieht und trotzdem nur auf ein Drittel der Fläche von RUTH im Jahr 1989 kommt. Die enorme Differenz könnte zumindest teilweise methodisch begründet sein und soll im weiteren Verlauf des Miesmuschel-Monitorings anhand von Luftbildserien aus dem Jahr 1989 überprüft werden (NEHLS 2002). Sollte sich dabei die erhebliche Differenz bestätigen, wäre eine drastische Flächenabnahme der eulitoralen Miesmuschelbänke in der letzten Dekade zu verzeichnen, da auch die minimale Ausdehnung der Bänke nach den Eis- und Sturmwindern 1990 und 1991 nach RUTH (1998c) noch deutlich über 1000 Hektar lag.

Ermittlung der hydrologischen und sedimentologischen Rahmenbedingungen aus vorliegenden Untersuchungen

Die heutige Landschaftsgestalt mit der Bildung des Wattenmeeres ist das Ergebnis der erodierenden und akkumulierenden Prozesse infolge der Transgression durch die Nordsee. Nachdem sich der nacheiszeitliche Meeresspiegelanstieg vor etwa 5500 Jahren (konventionelles C^{14} -Alter vor 1950) stark verlangsamt und die Nordsee das Gebiet von Schleswig-Holstein erreicht hatte (WILLKOMM 1980), begann in einem bis heute ständigen Wechselspiel von Erosion und Sedimentation der Aufbau des Wattsockels im Übergangsbereich zwischen Land und Meer. Die pleistozäne (eiszeitliche) Landoberfläche wurde weitgehend abgetragen und lieferte das Material für die Bildung der Wattsedimente. Heute gibt es pleistozäne Geestkerne nur noch auf den Inseln Sylt, Föhr und Amrum, und die Sedimentologie des Wattenmeeres wird weitgehend von internen Umlagerungen bestimmt.

In Nordfriesland verlandete nach KÖSTER (1991) vor rund 2500-3000 Jahren ein erstes Wattenmeer durch Regression der Nordsee und seine Ablagerungen wurden von Torf überdeckt. Es erfolgte eine erste Besiedlung mit Warftbau. Etwa im 11. Jahrhundert begann der Bau erster Deiche und der Abbau der Torfdecke zur Salzgewinnung. Als im Laufe des 13. Jahrhunderts die Bedeichung der gesamten Nordseeküste weitgehend abgeschlossen war, konnte dadurch der Tidenhub in den verbliebenen Prielen und in den Flüssen steigen. Bei der Salztorfgewinnung wurde die Landoberfläche abgegraben und infolge der verheerenden Sturmflutkatastrophen von 1362 und 1634 die Insel Alt-Nordstrand zerstückelt (KÖSTER 1991). Als Reste von Alt-Nordstrand blieben u.a. die heute rundherum eingedeichten Inseln Pellworm und Nordstrand bestehen. Ein besonders schwerwiegendes Problem bei der zukünftigen Entwicklung des Wattenmeeres ist nach KÖSTER (1991) die ringförmige Umströmung von Inseln. Diese ist im Gebiet von Pellworm schon fortgeschritten entwickelt, in einem früheren Stadium um Föhr. Die einseitig gerichtete Asymmetrie durch das Überwiegen des Flutstroms im Süden und des Ebbstroms im Norden (SIEFERT et al. 1980) führt zu weitreichenden Umgestaltungen, die wiederum Anlass für weitere Küstenschutzmaßnahmen des Menschen sein können.

Als Reaktion auf Meeresspiegelanstieg, Treibhauseffekt, Aufsteilung der Gezeitenkurve und Zunahme von Stürmen wird die Erosion in den Gezeitenrinnen weiter zunehmen und die Sedimentation in ufernahen Bereichen dem Wasserstand folgen. Die ufernahe Sedimentation erfolgt dabei zu Lasten anderer Regionen des Wattenmeeres (KÖSTER 1991).



Schluff- und Tonanteile über 60% sind im Wattenmeer selten und treten, abgesehen von Brackwasserbedingungen in Ästuaren, nur in wenigen Gebieten mit größerer flächenhafter Verbreitung auf, beispielsweise in den Lahnungsfeldern im Bereich der Zwickel der Dämme sowie in der Umgebung von Muschelbänken (KÖSTER 1991).

Der Blick auf die Sedimentkarte des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres (KÖSTER 1998) zeigt, dass im Eulitoral die sandigen Ablagerungen (Sandwatt und Schlicksand) die schluffig-tonigen (Schlick) in ihrer flächenhaften Ausdehnung deutlich übertreffen (Abb. 9).

In STOCK et al. sind zusammenfassende Karten der Sedimentaufnahmen des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie im gesamten Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer inklusive Sublitoral bis 1981 dargestellt (Abb. 10, Bearbeiter: FIGGE). Im Eulitoral stimmt die Sedimentverteilung mit der bei KÖSTER (1998) für das Sandwatt gut überein, dagegen weicht die Abgrenzung Mischwatt (Schlicksand) zu Schlickwatt (bzw. alter Klei) häufig voneinander ab. Im Sublitoral überwiegen die Sandwattflächen ebenfalls deutlich, die Schlickwatt-Flächenanteile sind jedoch deutlich höher als im Eulitoral.

AHRENDT (1992) veröffentlichte eine Karte, neben weiteren sedimentologischen, über die Sedimentgenese des Hörnumtiefes (Abb. 11).

Zwischen Hindenburgdamm und Rømøddamm liegen ebenfalls eine neuere Kartierung der Wattsedimente (Abb. 12) und umfangreiche Strömungsauswertungen vor (KÖSTER et al. 1995).

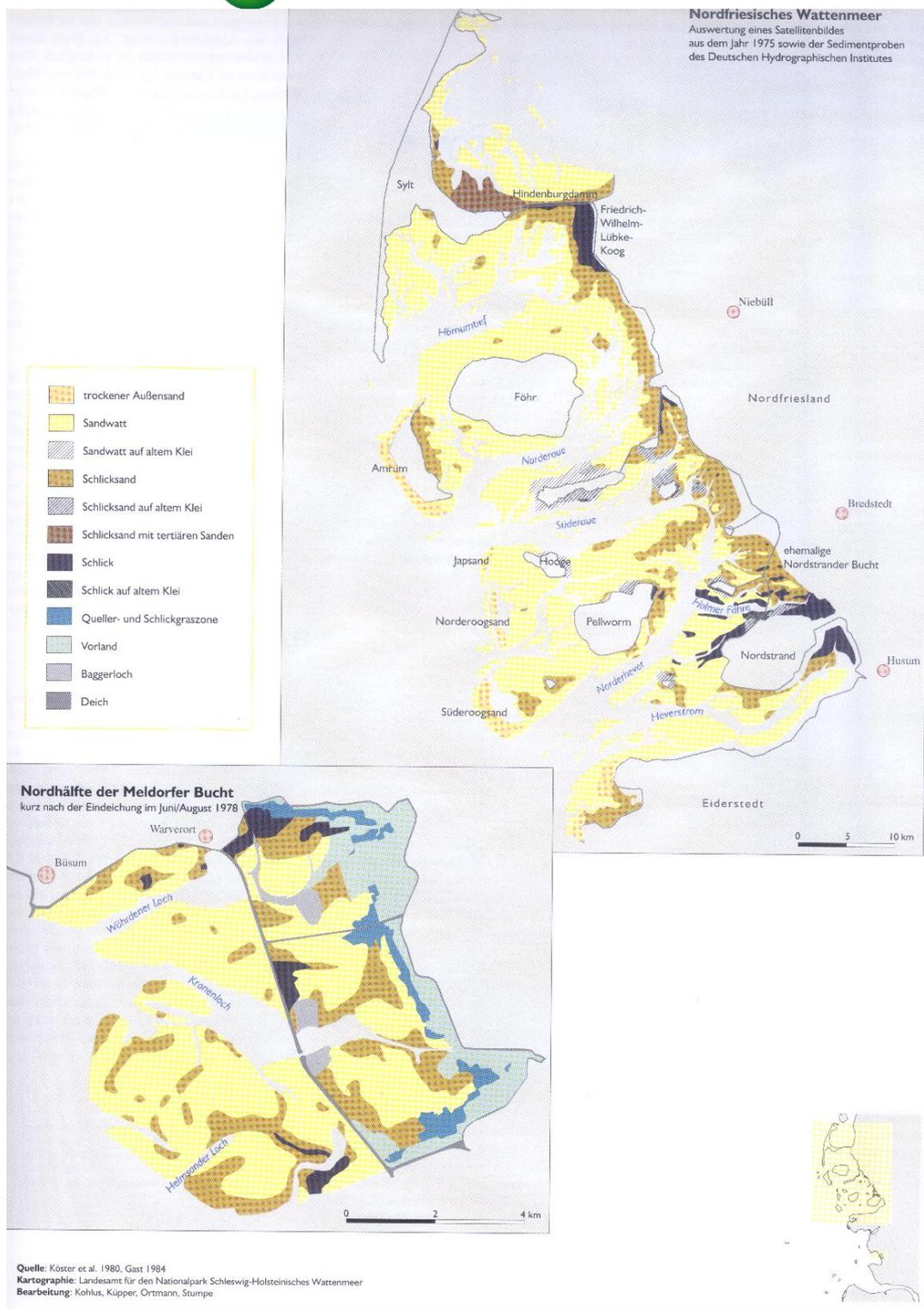


Abbildung 9: Sedimentverteilung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (aus KÖSTER 1998)

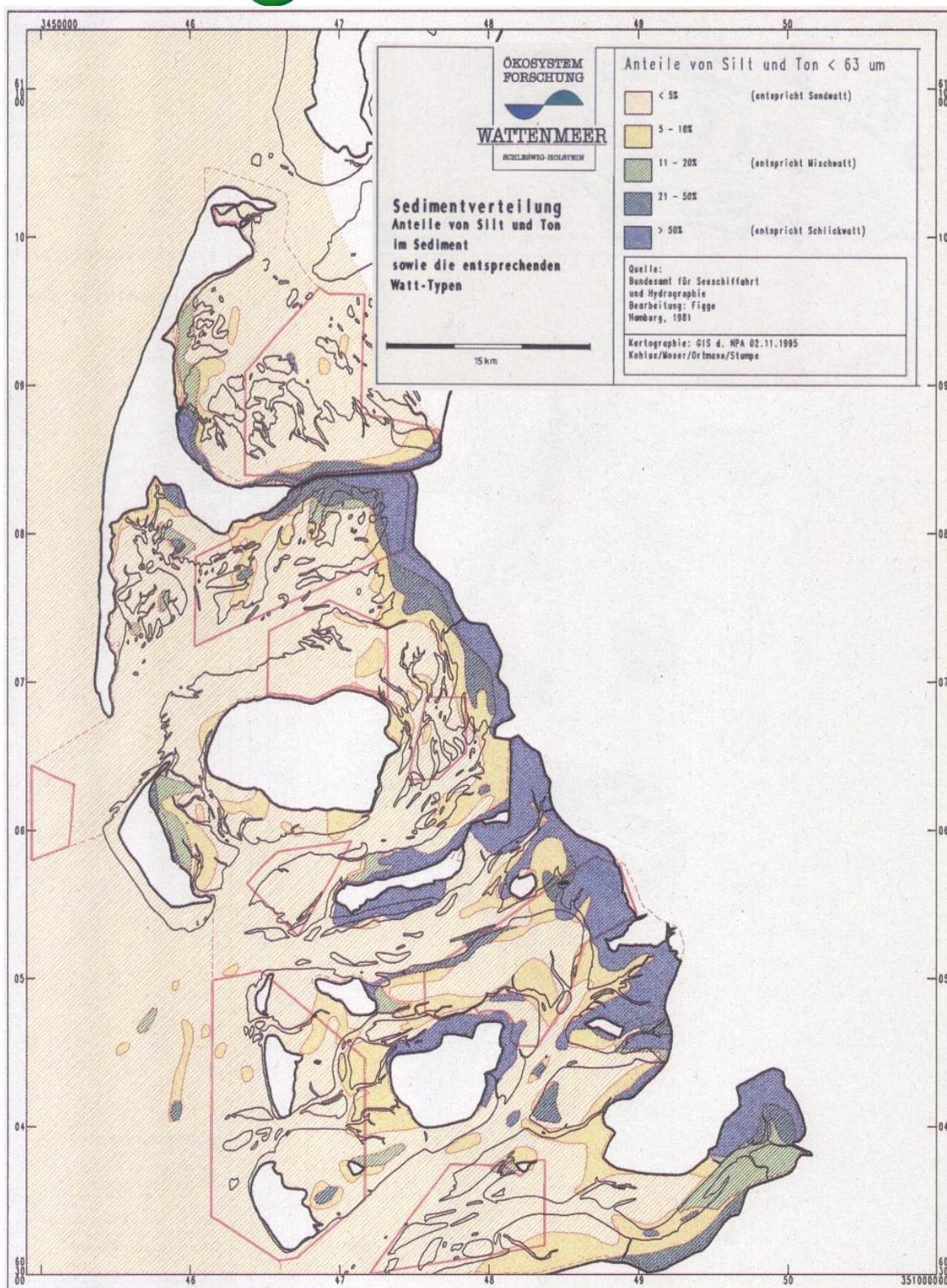
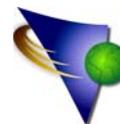


Abbildung 10: Sedimentverteilung im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (nach FIGGE aus STOCK et al. 1996)

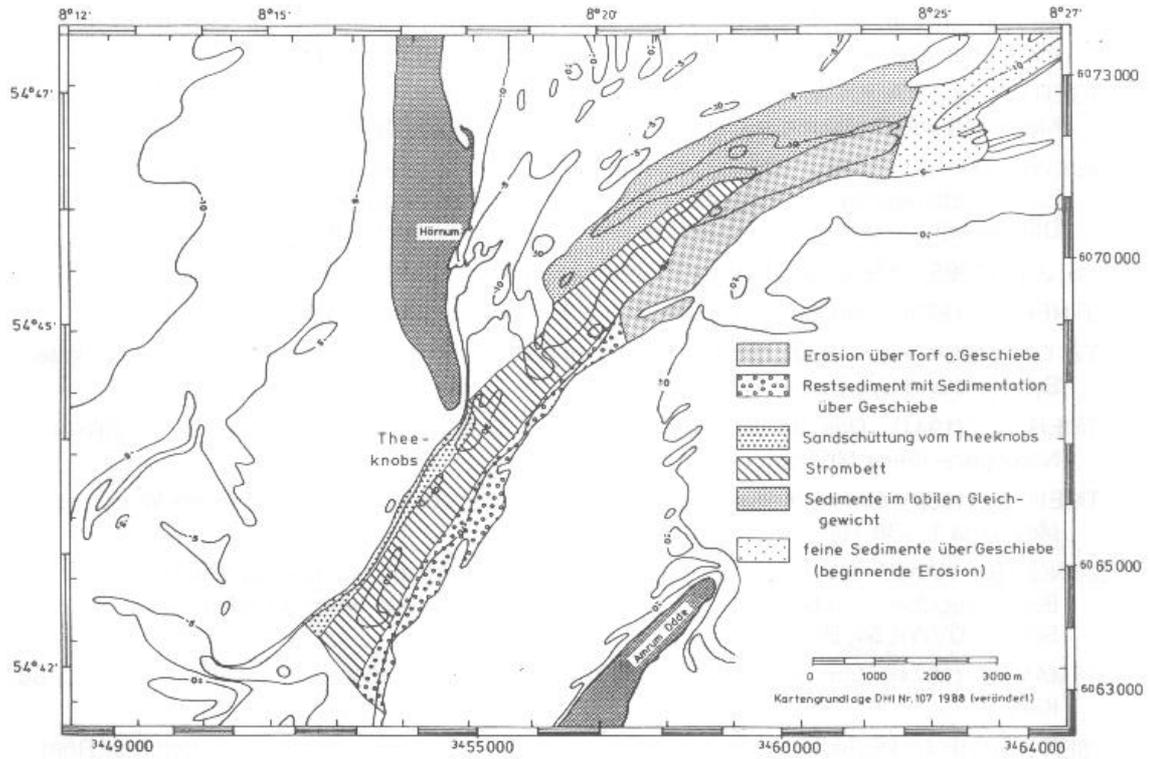


Abbildung 11: Sedimentgenese des Hörnum- und Vortrappiefes (aus AHRENDT 1992)

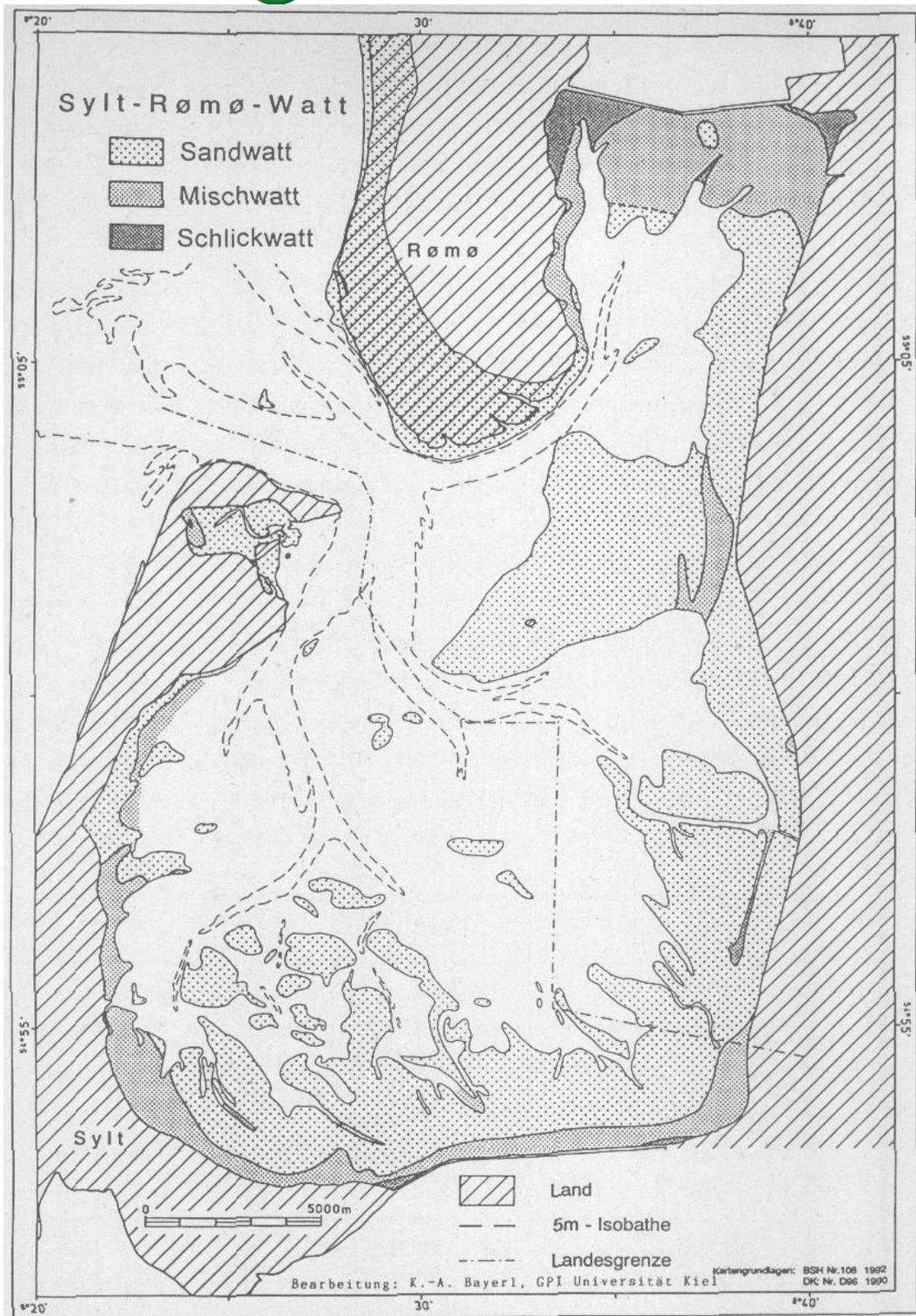


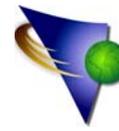
Abbildung 12 : Sedimentverteilung im Sylt-Römö-Watt (aus KÖSTER et al. 1995), Sandwatt <10%, Mischwatt 10-50% und Schlickwatt >50% Schluff und Tonanteil am Sediment



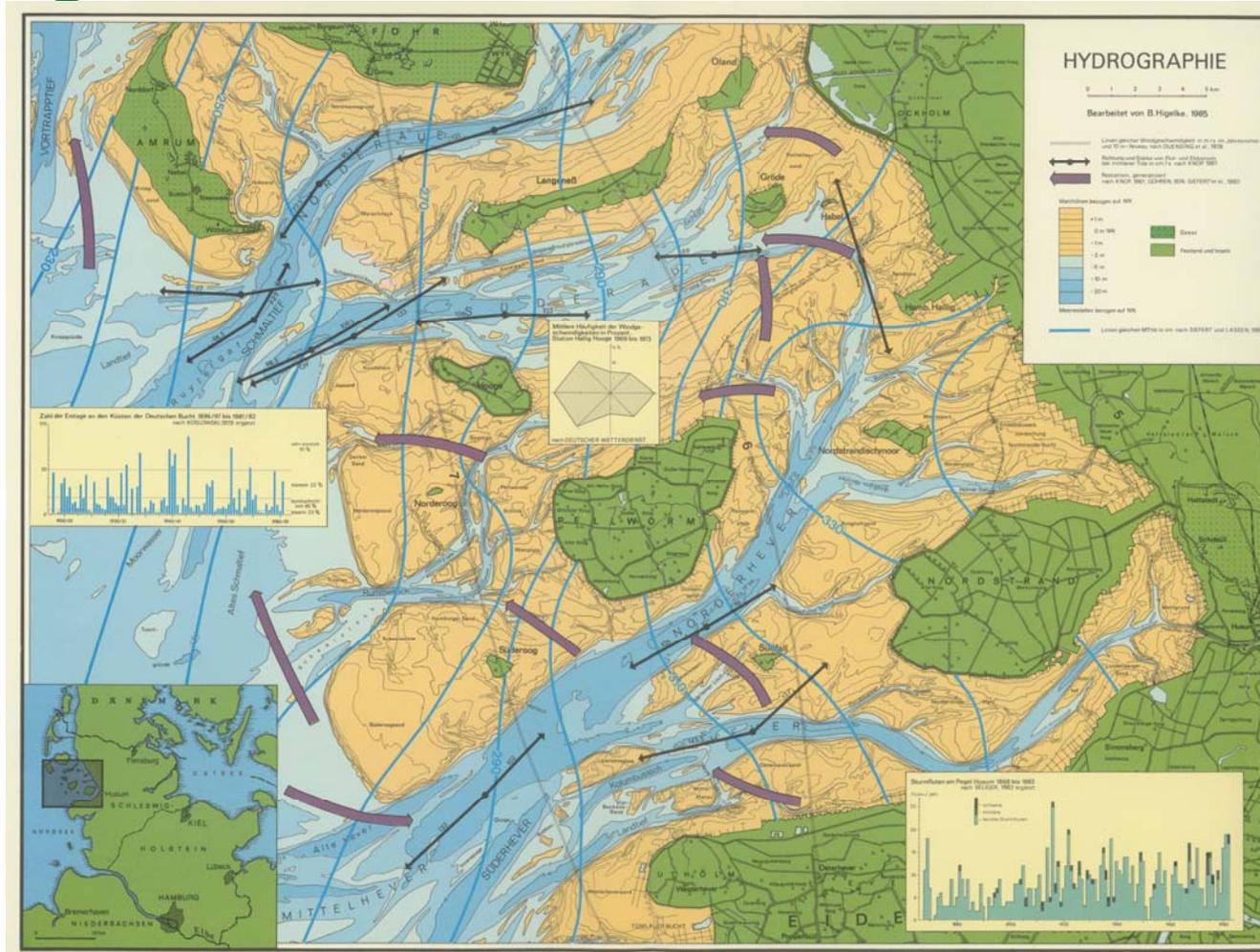
Die Topographie, Morphodynamik und Hydrographie der südlichen nordfriesischen Watten vor der Eindeichung der Nordstrander Bucht nach HIGELKE (1988) ist in den Abbildungen 13 und 14 wiedergegeben. Aus der Folgezeit sind dem Verfasser keine auf Naturmessungen und -beobachtungen basierenden, großräumigen Auswertungen bekannt. Möglicherweise vorhandene neuere Modellrechnungen sind erfahrungsgemäß im Detail nicht genau genug, um kleinräumige Veränderungen zu erfassen. Die Daten von SIEFERT et al. (1980) und HIGELKE (1988) sollten deshalb für das südliche Nordfriesland zunächst einmal als Grundlage dienen.

Im nordfriesischen Wattenmeer liegt der Tidenhub zwischen 1,80m und 2,2 m in den verschiedenen Regionen. Nach HAYES (1975 und 1979) reicht er von „low mesotidal“ im Sylter Rückseitenwatt bis zu „mesotidal“ in der Hever (vergl. Abb. 13). Die Tidedynamik nimmt im nordfriesischen Wattenmeer von Süden nach Norden ab. Bei der Sedimentations- oder Erosionsvorgängen im Wattenmeer übertreffen die sogenannten „Ereignisse“ (Stürme und Eisgang) in ihrer Wirkung die täglich ablaufenden Prozesse beträchtlich, wenn auch von Ort zu Ort je nach Exposition und Windrichtung unterschiedlich (HIGELKE 1988, BAYERL 1992).

Seit langem ist bekannt, dass sich die Außensände des Wattenmeeres, der Hauptwindrichtung aus Westen folgend, auf das Festland zu verlagern. Nach HOFSTEDE (1989) beträgt die Wanderung der Außensände durchschnittlich etwa 25m pro Jahr. Dadurch sind Muschelbänke, die sich im Schutz dieser Sände gebildet haben, mittelfristig stark gefährdet.



Sedimentveränderung im Wattenmeer : Wiederansiedlung von Miesmuschelbänken





Sedimentveränderung im Wattenmeer : Wiederansiedlung von Miesmuschelbänken

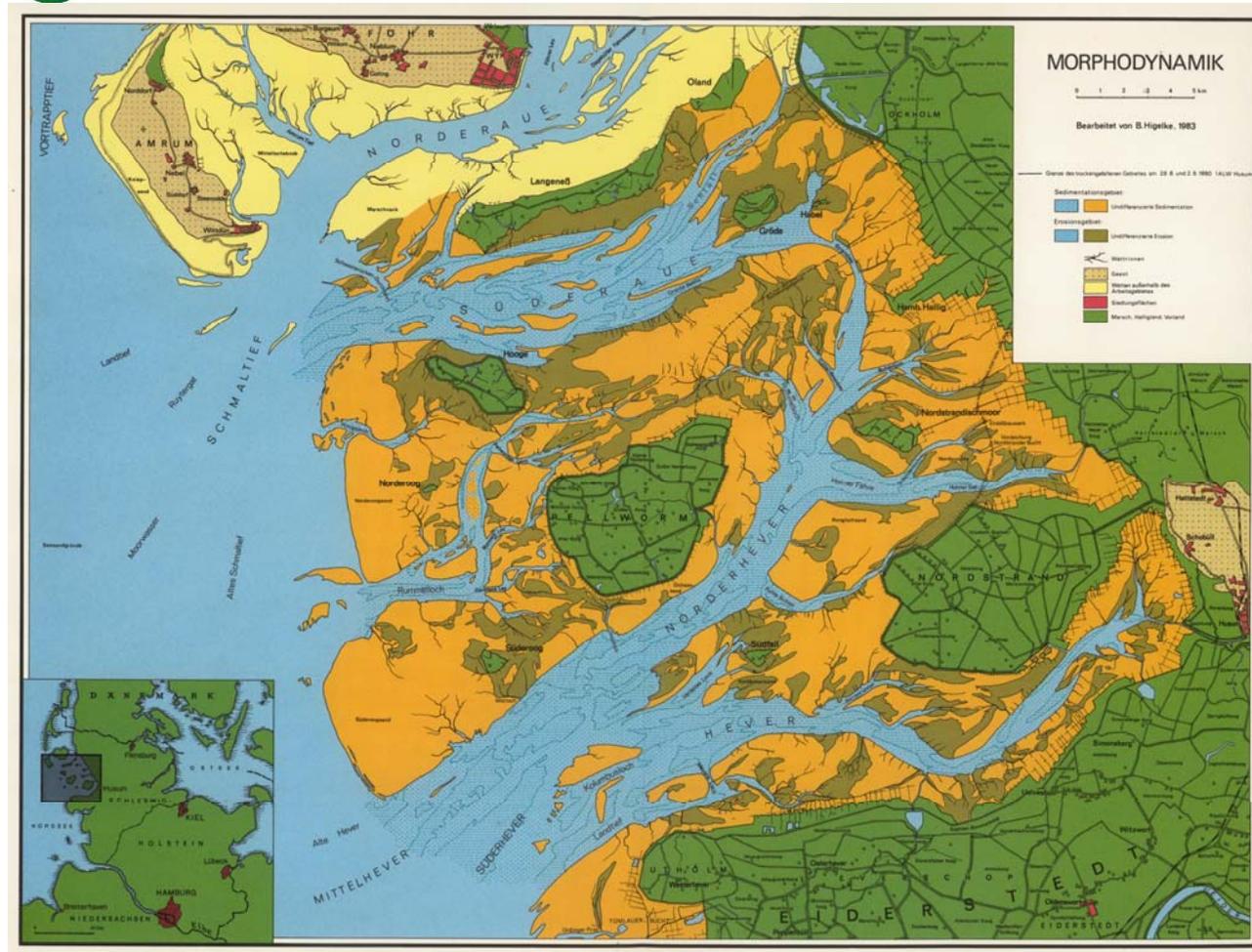


Abbildung 14: Morphodynamik des Nordfriesischen Wattenmeeres (aus HIGELKE 1988)



4 Dokumentation regionaler Erfahrungen und Kenntnisse

Neben der wissenschaftlichen Auswertung von vorhandenen Untersuchungsergebnissen wurden ebenso die Erfahrungen und Kenntnisse von mit der Materie befassten Bewohner der Region aufgenommen, da hier eine teilweise andere Betrachtungsweise vorliegt und vor allem ein wesentlich längerer Beobachtungszeitraum, als dies in den wissenschaftlichen Untersuchungen der Fall ist, betrachtet werden kann.

Es fanden insgesamt vier Treffen mit Bewohner der Region statt, die direkt oder indirekt mit dem Thema befasst sind oder waren um deren Erfahrung und Einschätzung der heutigen Situation abzufragen.

Projekttreffen am Mittwoch den 9. Juli 2003 um 12.00 Uhr in der Hooger Fähre auf Pellworm:

Teilnehmer: Für den Verein Mittleres Nordfriesland: Frau Karin Lipski, Herr Jensen und Herr Hellmann, Frau Lübcke (Insel- und Halligkonferenz), Dr. Ahrendt (Büro für Umwelt und Küste).

Herr Jensen, Frau Lipski und Herr Hellmann schildern die Erfahrungen und Ergebnisse der Arbeit des Naturschutzvereins Mittleres Nordfriesland in den vergangenen Jahren. Zahlreiche Wattflächen sind bereits versandet, so dass dort eine Neuansiedlung von Muschelbänken unmöglich ist.

Nach dem gescheiterten Versuch im Jahr 1998 wurde mit dem oben genannten Antrag 1999 eine Fortsetzung gefordert. Dazu hat es auf Pellworm eine Arbeitsrunde mit Vertretern des Fischereiministeriums, ALR, NPA, Gemeinde, Verein Mittleres Nordfriesland, Insel- und Halligkonferenz gegeben, danach jedoch keine Aktivitäten oder Nachrichten der Landesbehörden.

Herr Jensen legt eine Karte vor, in der Muschelansiedlungen und auch ehemalige Muschelbänke in rot und blau kartiert sind. Frau Lipski hat eventuell eine Neuansiedlung vor Süderoog gesichtet.

Projekttreffen am Mittwoch, 30. Juli 2003 im Rathaus in Wyk auf Föhr:

Teilnehmer: Herr Ketelsen, Herr Corinth, Herr Ingwersen (Insel Föhr), Dr. Ahrendt (Büro für Umwelt und Küste), Frau Lübcke (Regionalbüro Uthlande).

Ausführlich werden von den drei Teilnehmern die gravierenden Veränderungen des Bestandes von Muschelbänken um die Insel Föhr geschildert.

Noch zur Mitte des letzten Jahrhunderts konnte in Wyk eine Muschelverarbeitungsfabrik bis zu 120 Arbeitsplätze bereithalten. Heute steht auf diesem Platz das Wyker Rathaus. Viele Föhrer lebten vom Muschelfang und die Miesmuschel wurde zu zahlreichen Gerichten und in anderen Bereichen des täglichen Lebens genutzt. Die damals noch verträgliche Ernte der Muscheln änderte sich mit dem Aufkauf der Lizenzen durch niederländische Muschelfischer und die folgende Umwandlung der Fangschiffe in wesentlich größere Einheiten.

Bis vor wenigen Jahren wurde durch eine Deich- und Küstenschutzverordnung das Abfischen von Muscheln innerhalb eines 200 Meterabstandes zu den Inseln und Halligen verboten. Nach dem Wegfall dieser Verordnung sind bis an den Deichfuß auch die letzten Muscheln abgefischt worden. Es wird vermutet, dass auch dadurch die großen Seegrasswiesen vor Näsborn verschwunden sind und dadurch die Erosion der Küste stark beschleunigt wurde.



Die Führer Teilnehmer sind der Ansicht, dass nur durch ein generelles Fangverbot von Miesmuscheln innerhalb großer Teile des Wattenmeeres wieder mit Neuansiedlungen gerechnet werden kann.

Es wurde beobachtet, wie bei Niedrigwasser das Watt befliegen wurde und mit GPS die eulitoralischen Muschelbänke aufgenommen wurden. Diese wurden anschließend bei Hochwasser abgefischt.

Durch das Abtragen der Muschelbänke zwischen Utersum/ Föhr und der Amrumer Odde verstärkt sich die Strömung dort im Priel und der Druck auf die beiden Inselsockel.

Östlich von Amrum ist eine starke Abnahme der Muschelbänke seit Anfang der 80er Jahre feststellbar. Einige Bänke vor Wittdünen wurden allerdings schon Anfang der 60er Jahre abgefischt. Rantum Lohe war früher voll mit Muschelbänken und ist komplett leergefischt worden. Östlich Gröde ist sehr hoch bis zum Deichfuß gefischt worden.

In Wittdünen tritt eine verstärkte Hafenersandung auf, seitdem die Muschelbänke abgefischt wurden.

Sinnvolle Stellen für mögliche Versuche zur Wiederansiedlung von Muscheln werden benannt:

- in der Bucht südlich Näsborn/ Oevenum
- zwischen Utersum/ Föhr und Amrum

Es wird allgemein bemängelt, dass bei dem Miesmuschelmonitoring ein Vergleich der Miesmuschelbestände nur bis zum Beginn des Muschelmonitorings bzw. Mitte der 90er Jahre vorgenommen wird. Früher, das heißt mehrere Jahrzehnte zurück, sei das Wattenmeer großflächig mit Muschelbänken versehen gewesen. Das Sediment vergrößere sich durch das Abfischen der suspensionsfangenden Muschel. Wo man früher kaum zu Fuß durch Muschelbänke durch kam, kann man heute mit Pferd und Wagen fahren, wie z. B. zwischen Amrum und Föhr. Vor allem die oberen Prielhänge waren großflächig mit Miesmuscheln besetzt, gerade der Bereich, der heute besonders der Erosion ausgesetzt ist und wiesen damit eine höhere Rauigkeit gegenüber heute auf.

Westlich vor Amrum, am Hang des Kniepsandes soll es eine mehrere Kilometer weit ausgedehnte sublitorale Miesmuschelbank in Nord-Süd Erstreckung gegeben haben. Dies kann durch Untersuchungen durch Dr. Ahrendt Ende der achtziger Jahre bestätigt werden.

Projekttreffen am 27. August 2003 um 9.30 Uhr in der Amtsverwaltung auf Nordstrand:
Teilnehmer: Dr. Kai Ahrendt (Büro für Umwelt und Küste), Karin Lipski und Adolf Hellmann (Verein Mittleres Nordfriesland, Pellworm) Hans Petersen (Amrum), Hans Ketelsen, Jan Corinth, Paul Ingwersen (Föhr), Annemarie Lübcke (Regionalbüro Uthlande).

Die Teilnehmer bestimmen an Hand vorliegender Karten (Miesmuschelmonitoring 2001, Dr. G. Nehls) die Lage der heutigen Muschelbänke wie den Bestand vor 1990 aus ihrer Erinnerung.

Hans Petersen berichtet von großen Muschelbänken, die vor 1990 dem Kniepsand vorgelagert waren, nachdem diese Bänke total weggefischt sind, verlagert sich der Sand, der Kniepsand ist mindestens 100 Meter schmaler geworden. Vor der Hafeneinfahrt von Wittdünen und am Mittelloch zwischen Amrum und Föhr wurden die Muschelbänke nachts abgefischt um Konflikte mit der Bevölkerung zu vermeiden. Seit dem Fehlen der Bänke vor Wittdünen versandet die Fahrwinne immer wieder. Noch bis in die 80er Jahre waren fast alle Priele voller Muscheln, heute gibt es dort nichts mehr.



Die Pellwormer Teilnehmer berichten, dass nach dem Abfischen der Muschelbänke um Pellworm der Sand von Süderoog und Norderoogsand die Pellwormer Fahrrinne beeinträchtigt.

Es wird wiederum die Frage gestellt, wann die Verordnung, nach der 200 Meter Abstand zur Küste gehalten werden musste, abgeschafft wurde und mit welcher Begründung.

Anmerkung: Dies geschah durch die Änderung des Landeswassergesetzes vom 13. Juli 2000. Nach §78 Abs. 3 ist es verboten, in einem Bereich flacher 6m und näher 200 m von der Küste, Sand, Kies etc sowie schützenden Bewuchs zu entnehmen bzw. zu entfernen. Im Landeswassergesetz von 1980 war explizit noch von Muscheln statt schützendem Bewuchs die Rede. Hier stellt sich jetzt die Frage, was ist schützender Bewuchs?

Projekttreffen am 30. September 2003 um 11.00h im Strandhotel in Dagebüll: Teilnehmer: Hans Ketelsen, Paul Ingwersen, Otto-Peter Wellinghoff (Insel Föhr) August Jakobs (Insel Amrum) und Herr Ingvert (Insel Sylt)

Dr. Kai Ahrendt (Büro für Umwelt und Küste) und Annemarie Lübcke (Regionalbüro Uthlande)

An Hand von vorliegenden Karten der Region werden von den Gesprächsteilnehmern aus den eigenen Erfahrungen früher (vor ca. 1980) vorhandene Muschelbänke eingezeichnet und die als „Bestand“ im Muschelmonitoring des NPA bezeichneten Bänke bewertet (Jahr 2000). Ebenso wurden Bänke im Sublitoral in die Karten eingezeichnet, die heute allerdings fast ausnahmslos abgefischt sind. Dies schadet der Stabilität der Watttrinnen gerade in dem Bereich, wo die hydrologische Belastung am größten ist. Durch den Rauigkeitsverlust der Muschelbänke erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit in den Prielsystemen.

Dabei bleibt die Frage unbeantwortet, was unter einer „Muschelbank“ zu verstehen ist, der meterdicke, riffartige Bestand in der Zeit vor ca.1980 vor den Insel und Halligkanten oder die flachen Muschelansammlungen der heutigen Zeit.

Festgestellt wird auch, dass keinem der Gesprächsteilnehmer bekannt ist, wo die früher in den Unterwasserbereichen vorhandenen großen Muschelvorkommen erfasst sein könnten, auch diese Bestände sind kaum noch vorhanden.

Es wird über das nächtliche Abfischen der Bänke zwischen Föhr und Amrum und vor dem Wittdüner Hafen in den Jahren um 1980 berichtet, wie auch in den Gebieten um Langeneß und Gröde und vor Wyk.

Ebenso wird von einer aktuellen „Fischaktion“ eines (namentlich bekannten) Kutters vor Amrums Vortrapptief/ Jungmannensand wird berichtet. Dieser hat die Muscheln gar nicht erst angelandet sondern ist damit anscheinend direkt in die NL gefahren.

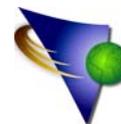
Die Strömungszunahme im Wattenmeer kann auch mit dem Wegfall der Muschelbänke in Zusammenhang gebracht werden, auch Eiswinter nehmen an das Eis gefrorenen Boden mit aus dem Watt.

Seit die Muscheln im Sublitoral abgefischt wurden, vor allem in der Norderaue, gibt es dort keine Krabben mehr.

August Jakobs legt ein von ihm gefertigtes Positionspapier zu seiner Einschätzung der Situation im Wattenmeer aus dem Jahr 1979 vor, es ist diesem Vermerk beigelegt.

Die Teilnehmer sind der Meinung, dass die Landesregierungen mit den Genehmigungen zur Muschelfischerei leichtfertig Werte aufgegeben hat, ohne die Folgen zu bedenken.

Dr. Kai Ahrendt legt eine weitere Karte vor, in der mögliche Standorte für die Neuansiedlung von Muscheln eingetragen sind.



Zum weiteren Vorgehen wird verabredet, dass den Teilnehmern die Gesprächsprotokolle zur Abstimmung übersandt und dann der Arbeit von Dr. Kai Ahrendt angefügt werden. Die erste Vorstellung der Arbeit erfolgt auf der Insel- und Halligkonferenz am 30. Oktober 2003.

Nachtrag

Am 28. August 2003 wurden vom Regionalbüro Gespräche auf Langeneß mit Boy Andresen (Bürgermeister) und Fiede Nissen (Postschiffer) geführt. Dort wurden an Hand der Karten bestehende und ehemalige Muschelbänke skizziert. Auf Sylt wurde Hans-Heiner Ingwert (ehem. Fischer) in gleicher Weise befragt.

5 Bewertung der vorliegenden Untersuchungen in Hinblick auf die Erfolgsaussichten für weitere Arbeitsschritte

Vorangehende Versuche zur Ansiedlung von Miesmuschelbänken im Eulitoral waren bisher wenig erfolgreich. Der letzte bekannte Versuch fand im Sommer 1998 in Zusammenarbeit mit Miesmuschelfischern im Steinloch westlich Pellworm statt (NEHLS 1999). Dabei wurden 80 Tonnen Miesmuscheln aus dem Sublitoral auf die eulitorale Testfläche verbracht. Dabei lagerten die halbkreisförmig verteilten Miesmuscheln zum Teil über 50 cm übereinander und starben ziemlich schnell ab. Im darauffolgenden Frühling waren fast keine lebenden Miesmuscheln mehr in den Testfeldern anzutreffen und der Versuch wurde erfolglos beendet (NEHLS 1999).

Daher sollte bei einem neuen Versuch methodisch anders vorgegangen werden: Im Jadebusen wurden seitens des Forschungszentrums Terramare sehr erfolgreich Kollektoren zur Ansiedlung von Muschelbrut in der Wassersäule getestet (WALTER & LIEBEZEIT 2001). Diese Art der Muschelbrutsammlung erscheint auch in den nordfriesischen Gezeitenrinnen und großen Prielen erfolgversprechend. Für erneute Ansiedlungsversuche wird vorgeschlagen, aufbauend auf die Ergebnisse des Forschungszentrums Terramare, selbst in den Prielen Miesmuschelbrut auf Kollektoren zu gewinnen, um sie auf Testflächen ins Eulitoral zu verbringen.

Nach der bisherigen Auswertung des Schrifttums geht eine Mehrheit der Autoren davon aus, dass auf oder in der Nähe bestehender Miesmuschelbänke oder -ansammlungen die besten Ansiedlungsbedingungen für Miesmuschelbrut bestehen. Einig sind sich alle Autoren bezüglich des Zeitpunkts (Frühling/Frühsummer), der Lage des Standorts (Prielnähe, unteres Eulitoral) und des Ansiedlungssubstrats. Als günstige Substrate zum Anheften von Miesmuschellarven gelten alle Hartgründe und fädigen Strukturen auf dem Wattboden, bei im Idealfall auch bei Niedrigwasser noch geringer Wasserbedeckung. Die Strömungsgeschwindigkeit am Ansiedlungsort sollte nicht über 50 cm/s liegen, aber auch nicht zu gering sein. Miesmuschelbänke existieren im Gezeitenbereich vornehmlich in Gebieten mit niedriger Wellenwirkung. Bei Trockenfallzeiten über 50% einer Tide können Miesmuschelbänke kaum entstehen.

Der Ansiedlungserfolg hängt von den Wechselbeziehungen vieler biologischer und physikalischer Faktoren ab und der Brutfall ist nach den Untersuchungen von PULFRICH (1995) im nordfriesischen Wattenmeer nicht mittel- oder langfristig vorhersagbar und in hohem Maße vom Zufall bestimmt. Beste Voraussetzung zur Ansiedlung ist starker Brutfall vor der ersten Algenblüte im Frühjahr. Miesmuschellarven sind nach PULFRICH zwar das ganze Jahr über in der Wassersäule vorhanden, weisen aber im Frühjahr/Frühsummer und Spätsommer/Herbst ein deutliches Maximum auf. Der Brutfall



ist lokal unterschiedlich stark und kann in manchen Jahren sehr gering ausfallen. Nach Eiswintern wurde in der Vergangenheit immer besonders starker Brutfall im Wattenmeer beobachtet.

Daraus kann gefolgert werden, dass zum einen nur ganz bestimmte Standorte für geplante Ansiedlungsversuche in Betracht kommen, die im jedem Einzelfall zuvor im Gelände genau überprüft werden sollten. Da zum anderen das Ausmaß des Brutfalls in einem Gebiet weitestgehend vom Zufall bestimmt ist und in einigen Jahren mehr oder weniger ganz ausbleiben kann, hängt der Erfolg jedes Ansiedlungsversuches von Miesmuscheln stark von diesem Naturvorgang ab. Wissenslücken bestehen demnach bei der Prognose über die Quantität des Brutfalls, und warum das Frühjahrsmaximum in einigen Jahren ganz ausgeblieben ist.

Deshalb wird vorgeschlagen, die Ansiedlungshilfen (Kollektoren) für Miesmuschellarven zunächst in tieferen Prielen auszubringen, da hier, wenn auch in ihrer Anzahl jahreszeitlich schwankend, nach PULFRICH das ganze Jahr über Miesmuschelbrut vorhanden ist. Etwas anders als im Jadebusen sollten die Kollektoren aus verrottbarem, natürlichem Material bestehen, dass nach einigen Jahren keine bleibenden Spuren im Nationalpark hinterlässt. Wenn die Miesmuscheln auf den Kollektoren eine Größe von 0,5mm bis 1mm erreicht haben, werden sie aus dem Priel geborgen und auf die zuvor ausgewählten Testfelder verbracht und dort am Wattboden fixiert. Die Testfelder sollten möglichst in der Nähe der Priele liegen und andererseits von Land aus gut zugänglich sein. Parallel dazu sollten zu Vergleichszwecken auch Kollektoren direkt in den Testfeldern ausgebracht werden. An allen Standorten wäre darüber hinaus auch je ein zuvor abgestecktes, angrenzendes Testfeld ohne Kollektoren zur Abrundung des Versuchs zweckmäßig.

Die Unsicherheitsfaktoren bei der weiteren Entwicklung der Miesmuscheln nach erfolgreicher Erstansiedlung in den Testfeldern zu einer stabilen Muschelbank sind ungünstige Rahmenbedingungen wie:

- Wegfraß durch Vögel und andere Feinde,
- nachfolgende Eiswinter mit Bildung von Eisschollen,
- schwere Stürme mit der damit verbundenen Erosion oder Übersandung der Muschelbank,
- versehentliche Muschelfischerei im Eulitoral bei Hochwasser.

Im Verlauf dieser Voruntersuchungen fanden Arbeitstagen mit orts- und sachkundigen Vertretern der Inseln und Halligen statt. Dabei wurden von den Einheimischen einige Gebiete für Ansiedlungsversuche von Miesmuscheln vorgeschlagen. Daraufhin wurden 12 Standorte in den vorliegenden Karten und Berichten hinsichtlich der Sedimentzusammensetzung (BERNER et al. 1986, FIGGE 1981 in STOCK et al. 1996, HIGELKE 1988, KÖSTER 1998 und RUTH 1998), der Hydrodynamik (DICK et al. 1992, HIGELKE 1988 und SIEFERT et al. 1980), der Kartierungen der Miesmuschelvorkommen (NEHLS 2002, RUTH 1998 und PLATH 1943), der Zugänglichkeit, der Nähe zu möglichen Kollektorenstandorten und der Lage der sublitoralen Miesmuschelkulturen (STOCK et al. 1996) näher überprüft. In jedem Fall ist eine spätere Begehung und Kartierung dieser Gebiete im Gelände vorgesehen, da die vorliegenden Ergebnisse zum Teil über 20 Jahre alt sind und nicht mehr den heutigen Gegebenheiten entsprechen müssen. Im einzelnen sind dies 5 Flächen um Pellworm, 3 Gebiete bei Föhr, 2 Stationen bei Amrum, 2 Stationen im Sylter-Watt und je ein Standort nördlich Langeneß und am Butterloch vor dem Festland (Beltringharder Koog). Zum Vergleich siehe Abb. 15. :



1. Festland, ca. 54°35,25' N; 8°51,00' O:

Zwei näher zu betrachtende Gebiete liegen an den nördlichen und südlichen Prielwurzeln des Butterlochs zwischen Hamburger Hallig und Nordstrandischmoor. An beiden Positionen überwiegt nach der bis heute vorherrschenden Klassifikation der Wattsedimente (FIGGE et al. 1980) Mischwatt (Feinanteil Ton und Schluff: 10-50 Gew. %). Am nördlichen Prielande tritt in Prielnähe ein Übergang zum Sandwatt (Feinanteil < 10 Gew. %), am südlichen ein Übergang zu Schlickwatt (Feinanteil > 50%) auf. Es überwiegt hier Erosion (BERNER et al. 1986) bei maximalen Strömungsgeschwindigkeiten während einer Normaltide von 30 bis 50 cm/s (DICK et al. 1992). Die Seegangsexposition ist gering. Am nördlichen Prielande gab es vor 10 Jahren noch eine etwa 43 ha große eulitorale Bank, die stark befischt wurde (RUTH 1998).

Das Gebiet am nördlichen Prielande scheint demnach gut für einen Ansiedlungsversuch geeignet und auch gut zu Fuß erreichbar zu sein.

2. Langeness-Nord, ca. 54°40,20' N; 8°38,50' O:

Hier sind aus den Aufzeichnungen zwei Positionen am Südufer der Norderaue mit Miesmuschelbänken bekannt. Die westliche liegt in unmittelbarer Nähe einer großen sublitoralen Kulturfläche und ist deshalb weniger geeignet. Als Untergrund liegt hier eine dünne Mischwattaufgabe über Torf mit Baumstämmen vor.

Am östlichen Standort, nordwestlich des Dammes, etwa auf halbem Weg zwischen Oland und Langeneß, lagert eine dünne Sandwattschicht mit Steinen über Torf. Wegen einer mittleren Seegangsexposition ist hier mit Beeinträchtigungen bei der Miesmuschelansiedlung zu rechnen. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf den Wattflächen liegen während einer Normaltide zwischen 30 und 50 cm/s. Der Standort wird als grundsätzlich geeignet eingestuft. Gut ist die Nähe zur Norderaue für den begleitenden Kollektoreinsatz, weniger gut die Begehbarkeit zu Fuß, es sei denn, die Lorenbahn stände dort für An- und Abfahrt zur Verfügung.

3. Amrum nördlich des Hafenspriel, ca. 54°38,60' N, 8°23,00' O:

Hier bestanden im Schutz der Hafenspriel seit 1930 immer viele und große Miesmuschelbänke, die allerdings auch stark befischt wurden (RUTH 1998). Es liegt dort eine dünne Mischwattlage auf steinigem eiszeitlichem Untergrund vor. Weiter nördlich, in der Nebeler Bucht ist die Wattoberfläche schlickig. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf den Wattflächen liegen während einer Normaltide auch hier zwischen 30 und 50 cm/s. Der steinige Untergrund an diesem Standort ist verbunden mit der vor Seegang geschützten Lage für einen Ansiedlungsversuch bestens geeignet. Die Begehbarkeit dieses Gebietes ist ebenfalls gut.

4. Amrum Hubsandplate direkt an der Norderaue, ca. 8°24,40' O:

Das Sediment besteht aus Sandwatt. An dieser Position direkt an der Norderaue war schon vor 10 Jahren keine Miesmuschelbank mehr verzeichnet (RUTH 1998). Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten liegen hier zwischen 50 und 70 cm/s. Die Seegangsexposition ist mittelstark einzustufen. In unmittelbarer Nähe befinden sich sublitorale Kulturflächen (STOCK et al. 1996). Der Untergrund ist wenig erfolgsversprechend. Die Begehbarkeit ohne Boot ist unmöglich. Dieser Standort erscheint ungeeignet.



5. Föhr-Ost südlich Nashörn, ca. 54°41,20' N; 8°34,50' O:

In diesem Sandwattgebiet liegen die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf den Wattflächen während einer Normaltide zwischen 70 und 90 cm/s. Die Seegangsexposition ist stark. In den Prielen befinden sich in unmittelbarer Nähe Kulturflächen. In den Aufzeichnungen sind hier keine eulitoralen Miesmuschelbänke verzeichnet. Der Untergrund erscheint ungünstig und die Begehbarkeit zu Fuß eingeschränkt. Dieser Standort ist demnach weniger geeignet.

6. Föhr-Ost nördlich Nashörn, ca. 54°43,80' N; 8°36,00' O:

An diesem Sandwattstandort verlaufen nach RUTH (1998) mehrere Seekabeltrassen zum Festland, was eine Miesmuschelfischerei fast unmöglich macht. Die Miesmuschelbänke reichten vor 10 Jahren noch von der Niedrigwasserlinie bis zu den Lahnungsfeldern. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf den Wattflächen während einer Normaltide reichen von 50 bis 70 cm/s. Die Seegangsexposition ist nach RUTH (1998) gering. Die Begehbarkeit von Land aus erscheint unproblematisch. Dieser Standort ist trotz des wenig idealen Untergrunds als geeignet einzustufen.

7. Föhr-Südwest am Mittelloch, ca. 54°39,90' N; 8°26,60' O:

Dieser Standort liegt auf einer Sandwattplate. Unmittelbar am Einmündungsbereich des Mittellochs in die Norderaue sind kiesige Bereiche zu vermuten. Aus älteren Aufzeichnungen sind hier Miesmuschelbänke bekannt (NEHLS 2002), vor 10 Jahren war an dieser Stelle keine Miesmuschelbank mehr verzeichnet (RUTH 1998). Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf den Wattflächen während einer Normaltide liegen auch hier zwischen 50 und 70 cm/s. Die Seegangsexposition ist stark, die Begehbarkeit von Land aus möglich. In der Nähe befinden sich nach STOCK et al. (1996) auch hier sublitorale Kulturflächen. Zusammengenommen wird dieser Standort als weniger geeignet eingestuft.

8. Pellworm Rummelloch-Ost nördlich des Bupheverkoogs, ca. 54°34,20', 8°42,70' O:

Die Wattoberfläche wird an dieser Position von Sandwatt und Mischwatt gebildet. Nach HIGELKE (1988) herrscht in diesem Gebiet Erosion vor. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf den trockenfallenden Wattflächen während einer Normaltide liegen zwischen 30 und 50 cm/s. Die Seegangsexposition ist gering, die Begehbarkeit von Land aus bis zum Rummelloch möglich. Nach den älteren Aufzeichnungen gab es hier früher viele Muschelbänke. Der Standort ist als geeignet eingestuft.

9. Pellworm-West nahe Steinloch, ca. 54°30,00' N; 8°36,00' O:

In diesem Sandwattgebiet an der Prielwurzel des Steinlochs fand schon einmal ein erfolgloser Ansiedlungsversuch statt (NEHLS 1999). In Prielnähe treten Torf und alter Klei auf. Nach den Aufzeichnungen ist dies ein alter Standort für Miesmuschelbänke. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten während einer Normaltide liegen zwischen 30 und 50 cm/s. Die Seegangsexposition ist stark. Die Begehbarkeit von Land aus ist günstig. Dieser Standort ist mit Einschränkungen geeignet.



10. Pellworm-Nord, ca. 54°32,70' N; 8°37,40' O:

In diesem Gebiet ist ein charakteristischer Übergang von Sandwatt in Prielnähe zu Schlickwatt in den Lahnungsfeldern zu verzeichnen. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten während einer Normaltide liegen auch hier zwischen 30 und 50 cm/s. Die Seegangsexposition ist gering. Frühere Miesmuschelbänke sind von diesem Standort nicht bekannt. Diese lagen etwa 1km weiter westlich. Die Begehbarkeit von Land aus ist problemlos. Dieser Standort wird als geeignet eingestuft.

11. Pellworm Nordwestspitze, ca. 54°31,70' N; 8°35,30' O:

An diesem Sandwattstandort direkt an der Küste lagen früher Miesmuschelbänke (NEHLS 2002). Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten während einer Normaltide reichen von 50 bis 70 cm/s in Prielnähe. Die Seegangsexposition ist mittelstark, die Begehbarkeit gut. Wenn sich günstiges Ansiedlungssubstrat finden sollte, ist dieser Standort als bedingt geeignet einzustufen.

12. Pellworm Südwest auf halbem Weg nach Süderoog, ca. 54°29,10' N, 8°34,40' O:

An dieser Position an der Prielwurzel des Seitenpriel ist ein Übergang von Sandwatt zu Mischwatt anzutreffen. Aus den Aufzeichnungen sind alte Muschelbänke auf kiesigem Untergrund am Prielrand bekannt (RUTH 1998). Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten während einer Normaltide liegen zwischen 30 und 50 cm/s. Die Seegangsexposition ist stark. Die Begehbarkeit von Land her ist möglich. Wenn sich günstiges Ansiedlungssubstrat finden sollte, ist dieser Standort als bedingt geeignet einzustufen.

13. Hörnum-Tief, Morsum Odde, ca. 54°50,68'N, 8°24,13'O:

Das Sediment besteht aus festem Schlickuntergrund mit einer Sandauflage sowie zahlreichen großen Steinen, die eine Befischung erschweren. Die Strömungsgeschwindigkeiten liegen bei ca. 30 cm/s. Die Zugänglichkeit von Land her ist gut, die Seegangsexposition schwach. Dieser Standort ist als geeignet einzustufen.

14. List, westlich Lister Ley, ca. 54°59,20'N, 8°26,15'O:

Dieser Bereich besteht überwiegend aus Sandwatt und weist hohe Strömungsgeschwindigkeiten von bis zu 50 cm/s auf. Die Zugänglichkeit und Begehbarkeit ist gut. Das Gebiet liegt allerdings in einem stark befischtem Bereich der Miesmuschelfischer. Dieser Standort ist als bedingt geeignet einzustufen.

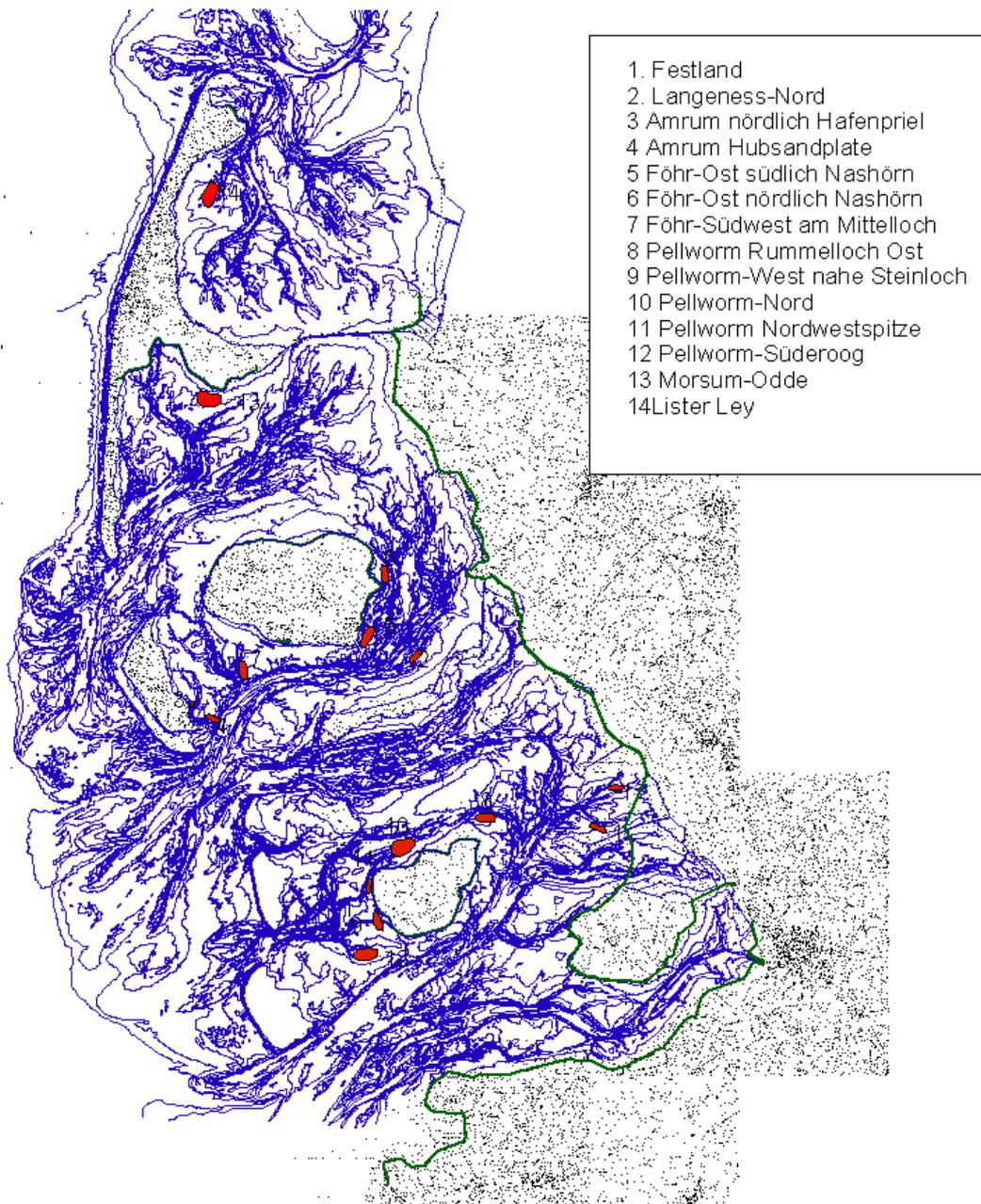


Abbildung 15: Vorschlagsflächen für Wiederansiedlungsversuche



6. Weitere Arbeitsschritte

Als weitere Arbeitsschritte nach der Vorlaufphase empfehlen wir:

1. Die genaue Planung mit Begehung und Auswahl geeigneter Testfelder im Eulitoral (natürlicher Untergrund und/oder Kollektoren) sollte spätestens im Frühherbst beginnen, da Algen und Hydrozoenpolypen im Watt nur bis zum Herbst überdauern und später im Jahr nicht zuverlässig kartiert werden können. Kartierung der Wattoberfläche in der Umgebung der Testfelder, Erfassung der sedimentologischen und hydrologischen Rahmenbedingungen.

Der Zeitaufwand ist neben dem Auftragsvolumen abhängig von Genehmigungen des NPA, Anzahl und räumlicher Verteilung der Testgebiete und Begebarkeit (Witterung). Hierfür werden etwa 4 bis 8 Wochen im Oktober und November eingeplant.

2. Auswahl der Gebiete für die Ausbringung der Kollektoren in den Prielen, wenn möglich in der Nähe der eulitoral Testfelder, sowie Beschaffung der Genehmigungen von NPA, BSH, WSA und ALR.

Bau bzw. Beschaffung der Kollektoren und des notwendigen Zubehörs (Grundgewichte, Schwimmer, Befestigungsmaterial etc.).

Weitere Auswertung des Datenmaterials (Berichte, Vermessungen, Veröffentlichungen). Dazu werden die Wintermonate Dezember, Januar und Februar genutzt.

3. Planung der Geländeeinsätze und Schiffszeiten. (Zeitplan kann sich bei Eisbedeckung verzögern): März/April.

4. Ausbringung der Kollektoren möglichst zwei Wochen vor der ersten Algenblüte (Konditionierung der Kollektoren): April/Mai/Juni.

5. Je nach Auftragsvolumen (Reisekosten etc.) etwa einmal pro Monat Kontrolle aller Kollektoren und Testfelder. Prüfung des Ansiedlungserfolgs. Erfassung der Miesmuschelanzahl (Abundanz) und der Rahmenbedingungen (Kartierung der näheren Umgebung, Vergleich mit den benachbarten Testfeldern ohne Ansiedlungshilfen, Bestimmung der Umlagerungstiefe (Redox-Horizont) und der lokalen Sedimentation/Erosion zwischen den Beprobungen durch Setzen von relativen Bezugspunkten (Tiefenrohrmethode), Dokumentation der Ergebnisse): Mai/Juni/Juli/August/September/Oktober/November

6. Wenn die Muschelbrut auf den Kollektoren in den Prielen 0,5mm bis 1mm groß ist, Ausbringung der Kollektoren auf die eulitoral Testfelder. Gegebenenfalls Ausbringung von neuen Kollektoren vor dem zu erwartenden Herbstmaximum des Brutfalls: Mai/Juni/Juli/August/September/Oktober.

7. Regelmäßiger Besuch der Testfelder etwa einmal pro Monat und/oder ereignisbezogen (Schwere Stürme, Eisbildung). Prüfung des Ansiedlungserfolgs. Erfassung der Abundanzen (Anzahl der Individuen) und Rahmenbedingungen (Kartierung der näheren Umgebung, Vermessung der Muschelbänke, Bestimmung der Umlagerungstiefe (Redox-Horizont) und der lokalen Sedimentation/Erosion zwischen den Beprobungen, Dokumentation der Ergebnisse). November, Dezember, Januar, Februar, März usw.



8. Gegebenenfalls Wiederholung der Kollektorversuche, sonst Fortführung der monatlichen Kontrolle der Testfelder wie zuvor bis zum Ende des Untersuchungszeitraums.

9. Abschlußbericht (August und September)

Zusammen ergibt sich ein Untersuchungszeitraum von 24 Monaten.

Insgesamt werden die Erfolgsaussichten als gut eingestuft, auch wenn es nicht gelingen sollte, an allen Standorten eine ausgeprägte Muschelbankentwicklung zu initiieren. Die Erfahrungen, die in diesem Projekt gesammelt werden, können anschließend für weitergehende Untersuchungen genutzt werden.

7 Literaturliste

- AHRENDT, K. (1992) : Entwicklung und Sedimenthabitus des Hörnum- und Vortrapptiefes. – *Meyniana*, 44, 53-65
- ALBRECHT, A.S. (1996): Gemeinschaftsökologie von Makroalgen auf Miesmuschelbänken (*Mytilus edulis* L.) im Wattenmeer.- Diss. Univ. Hamburg, 134 S. (Kovac) Hamburg.
- ALBRECHT, A.S. (1998): Soft bottom versus hard rock: community ecology of macroalgae on intertidal mussel beds in the Wadden Sea.- *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 229: 85-109.
- ASMUS, H. & ASMUS, R. (1998): The role of macrobenthic Communities for sediment-water exchange in the Sylt-Rømø-tidal basin.- *Senckenbergiana marit.* 29(1/6): 111-119.
- ASMUS, H., ASMUS, R. & REISE, K. (1990): Exchange processes in an intertidal mussel bed: a Sylt-flume study in the Wadden Sea, final report of the research project „Experimente zur Nährstoffbilanz der Nordseewatten“ (DFG Re 425/6).- *Ber. Biol. Anst. Helgol.*, 6, 79 S.
- AUSTEN, I. (1992): Geologisch-sedimentologische Kartierung des Königshafens (List/Sylt).- *Meyniana*, 44: 45-52. Kiel.
- AUSTEN, I. (1994): The surficial sediments of the Königshafen - variations over the past 50 years.- *Helgoländer Meeresunters.*, 48 (2-3): 163-171. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- AUSTEN, I. (1995): Die Bedeutung der Fecal Pellets mariner Invertebraten für den Sedimenthaushalt im Sylt-Rømø-Watt.- *Berichte, Forsch.- u. Technologiezentrum Westküste d. Univ. Kiel*, 7, 107 S., 31 Abb., 4 Tab., Büsum.
- BANTELMAANN, A. (1939): Das nordfriesische Wattenmeer, eine Kulturlandschaft der Vergangenheit.- *Die Westküste*, 2 (1): 39-84, Heide/Holst. (Boyens & Co.).



- BANTELMANN, A. (1966): Die Landschaftsentwicklung an der schleswig-holsteinischen Westküste.- Die Küste, 14 (2): 5-99, Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- BAYERL, K.-A. (1992): Zur jahreszeitlichen Variabilität der Oberflächensedimente im Sylter Watt nördlich des Hindenburgdammes.- Berichte, Forsch.- u. Technologiezentrum Westküste d. Univ. Kiel, 2, 134 S., 72 Abb., 2 Tab., Büsum.
- BAYERL, K.-A. & AUSTEN, I. (1994): Vergleich zweier Faziesbereiche im nördlichen Sylter Wattenmeer (Deutsche Bucht) - unter besonderer Berücksichtigung biodepositärer Prozesse.- Meyniana, 46: 37-57. Kiel.
- BAYNE, B.L. (1976): The biology of mussel larvae.- In: BAYNE, B.L. [ed.]: Marine Mussels: their Ecology, and Physiology.- Intern. Biol. Prog., 10: 81-120. Cambridge University Press.
- BERNER, H., KAUFHOLD, H., NOMMENSEN, B. & PRÖBER, C. (1986): Detaillierte Kartierung der Oberflächensedimente im mittleren und südlichen Nordfriesischen Wattenmeer.- Meyniana, 38: 81-93. Kiel.
- BEUKEMA, J.J. (1982): Annual variation in reproductive success and biomass of the major macrozoobenthic species living in a tidal flat area of the Wadden Sea.- Neth. J. Sea Res., 16: 37-45.
- BEUKEMA, J.J. (1990): Expected effects of changes in winter temperature on benthic animals living in soft sediments in coastal North Sea areas.- In: BEUMEMA, J.J., WOLFF, W.J. & BROUNS, J.J.W.M. [eds.]: Expected effects of climatic change on marine coastal ecosystems. Development in hydrobiology, 57: 83-92. (Kluwer Academic) Dordrecht.
- BEUKEMA, J.J., ESSINK, K., MICHAELIS, H. & ZWARTS, L. (1993): Year to year variability in the biomass of macrobenthic animals on tidal flats of the Wadden Sea: how predictable is this food resource for birds?- Neth. J. Sea Res., 31: 319-330.
- BEUKEMA, J.J. & CADEE, G.C. (1996): Consequences of the sudden removal of nearly all mussels and cockles from the Dutch Wadden Sea.- Mar. Ecol., 17: 279-289.
- BIOLOGISCHE ANSTALT. HELGOLAND, HAMBURG & ÖKOSYSTEMFORSCHUNG SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]. (1996): SWAP – Sylter Wattenmeer Austauschprozesse, 54 S.
- BLACK, K.S., PATERSON, D.M. & CRAMP, A. (1980): Sedimentary processes in the intertidal zone.- Geol. Soc. Spec. Publ., 139, 409 S. London.
- BOARD, P. (1983): The settlement of post larval *Mytilus edulis* (settlement of post larval mussels).- J. Moll. Stud., 49(1): 53-60.
- BOJE, R. (1964): Die Bedeutung von Nahrungsfaktoren für das Wachstum von *Mytilus edulis* L.- Diss. Univ. Kiel, 56 S.



- BORCHERT, T. (1998): Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Muschelfischereiprogramm und Monitoring.- Schriftenr. Schutzgemeinschaft Dt. Nordseeküste e.V., 1: 46-50.
- BRINKMAN, A.G., DANKERS, N. & VAN STRAATEN, M. (2002): An analysis of mussel bed habitats in the Dutch Wadden Sea.- Helgol. Mar. Res., 56(3): 59-75.
- BUSCHBAUM, C. & SAIER, B. (2001): Growth of the mussel *Mytilus edulis* in the Wadden Sea affected by tidal emergence and barnacle epibionts.- J. Sea Res., 45: 27-36.
- BUSCHBAUM, C. (2002): Siedlungsmuster und Wechselbeziehungen von Seepocken (Cirripedia) auf Muschelbänken (*Mytilus edulis* L.) im Wattenmeer.- Ber. Polar- und Meeresforsch., 408, 143 S.
- BUSCHBAUM, C. & NEHLS, G. (2003): Effekte der Miesmuschel- und Garnelenfischerei.- In: LOZAN, J.L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz, S. 250-255. (Wissenschaftliche Auswertungen) Hamburg.
- BUSCHBAUM, C. & SAIER, B. (2003): Ballungszentrum Muschelbank- Biodiversität und nachhaltige Nutzung.- Biologie in unserer Zeit, 33(2), 7 S.
- CADÉE, G.C. (1990): Birds as producers of shell fragments in the Wadden Sea, in particular the role of the herring gull.- Geobis, 18: 77-85.
- CHIPPERFIELD, P.N.J. (1953): Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* (L.) in British waters.- J. Mar. Biol. Ass. U.K., 32: 449-476.
- COMMITO, J.A. & DANKERS, N. (2001): Dynamics of Spatial and Temporal Complexity in European and North American Soft-Bottom Mussel Beds.- In: REISE, K. [ed.]: Ecological comparisons of sedimentary shores.- Ecological Studies, 151, 11-37. (Springer) Berlin.
- CWSS (1991): Mussel fishery in the Wadden Sea.- Working Document 2: 1-56.
- DAME, R.F. & DANKERS, N. (1988): Uptake and release of materials by a Wadden Sea mussel bed.- J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 118: 207-216.
- DANKERS, N. & KOELEMAIJ (1989): Variations in the mussel population of the Dutch Wadden Sea in relation to monitoring of other ecological parameters.- Helgol. Meeresunters., 43: 529-535.
- DANKERS, N. (1993): Integrated estuarine management – Obtaining a sustainable yield of bivalve resources while maintaining environmental quality.- In: DAME, R.F. [ed.]: Bivalve filter feeders in estuarine and coastal ecosystem processes.- NATO ASI Series, Vol. G 33: 479-511. (Springer) Heidelberg.



DANKERS, N. & ZUIDEMA, D.R. (1995): The role of the mussel (*Mytilus edulis* L.) and mussel culture in the Dutch Wadden Sea.- Estuaries, 18: 71-80.

DANKERS, N. (1998): Probleme der Muschelfischerei in Holland.- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste e.V., 1: 34-45.

DANKERS, N., HERLYN, M., SAND-KRISTENSEN, P. MICHAELIS, H., MILLAT, G., NEHLS, G. & RUTH, M. (1999): Blue mussels and blue mussel beds in the littoral.- In: DE JONG [ed.]: Wadden Sea quality status report. Wadden Sea Ecosystem no. 9, CWSS: 141-145. Wilhelmshaven.

DANKERS, N., BRINKMANN, A. G., MEIJBOOM, A. & DIJKMAN, E. (2001) : Recovery of intertidal musselbeds in the waddensea : use of habitat maps in the management of fishery xxx????

DARE, P.J. (1976): Settlement growth and production of the mussel *Mytilus edulis* L. in Morecambe Bay.-England Fishery Invest. Lond. (Ser. 2), 28(1): 1-25.

DARE, P.J. (1980): Mussel cultivation in England and Wales. Ministry of Agriculture Fisheries and food Directorate of Fisheries Research. Laboratory, Lowestoft. Leaflet, 50: 1-18.

DE BLOCK, J.W. & TAN-MAAS, M. (1977): Function of byssus threads in young postlarval *Mytilus*.- Nature, 267: 558-559.

DETHLEFSEN, V. (1972): Zur Parasitologie der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L. 1758).- Ber. Dt. wiss. Kommn. Meersforsch., 22: 344-371.

DETHLEFSEN, V. (1974): Seasonal fluctuations in two parasitic copepods *Mytilicola intestinalis* Steuer and *Modiolicola insignis* Aurivillius.- Ber. Dt. wiss. Kommn. Meeresforsch., 23: 376-392.

DETHLEFSEN, V. (1975): The influence of *Mytilicola intestinalis* Steuer on the meat content of the mussel *Mytilus edulis* L.- Aquaculture, 6: 83-97.

DE VOOYS. C.G.N. (1999): Numbers of larve and primary plantigrades of the mussel *Mytilus edulis* in the western Dutch Wadden Sea.- J. Sea Res., 41: 189-201.

DICK, S., MITTELSTAEDT, E. & MÜLLER-NAVARRA, S. (1992): Der küstennahe Gezeitenstrom in der Deutschen Bucht.-Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Nr. 2348, 29 S. Hamburg

DIECKMANN, R. (1985): Geomorphologie, Stabilitäts- und Langzeitverhalten von Wattenzugsgebieten der Deutschen Bucht.- Mitt. Franzius Inst., 60: 133-361. Hannover.

DIJKEMA, K.S. [ed.] (1980): Geomorphology of the Wadden Sea, 135 S.- (Balkema) Rotterdam.



- DIJKEMA, K.S. (1989): Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea.- 30 S., Research Institute for Nature Management. Texel.
- DIJKEMA, R. (1992): Spatfall and recruitment of mussels (*Mytilus edulis*) and cockles (*Cerastoderma edule*) on different locations along the European coast. Results of the first two workshops, sponsored by the C.E.C ICES C.M. 1992/K, 45: 1-27.
- DITTMANN, S. (1987): Die Bedeutung der Biodeposite für die Benthosgemeinschaft der Wattsedimente. Unter besonderer Berücksichtigung der Miesmuschel *Mytilus edulis* L.- Diss. Univ. Göttingen, 182 S. Göttingen.
- DÖRJES, J. (1976): Primärgefüge, Bioturbation und Makrofauna als Indikatoren des Sandversatzes im Seegebiet vor Norderney (Nordsee). II. Zonierung der Makrofauna.- *Senckenbergiana marit.*, 8: 171-188. Frankfurt a.M. (W. Kramer).
- DOLMER, P. & FRANDBSEN, R.P. (2002): Evaluation of the Danish mussel fishery: suggestions for an ecosystem management approach.- *Helgol. Mar. Res.*, 56(3): 13-20.
- EHLERS, J. (1988): The Morphodynamics of the Wadden Sea.- 397 S. Rotterdam (Balkema).
- ENGELHARDT, H.-J. (1996): Einfluss von *Mytilus edulis* auf Mineraldegradation und Elementmobilisierung in Wattsedimenten Norddeutschlands.- Diss. Univ. Bremen, 141 S.
- ENS, B. J., WINTERMANN, G. J. M. & SMIT, C. J. (1993) : Verspreiding van overwinterende wadvogels in de Nederlands Waddenzee. – *Limosa* 66: 137-144.
- EYSTER, L.S. & PECHENIK, J.A. (1987): Attachment of *Mytilus edulis* L. larvae on algal and byssal filaments is enhanced by water agitation.- *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 114:99-110.
- FIGGE, K., KÖSTER, R., THIEL, H. & WIELAND, P. (1980): Schlickuntersuchung im Wattenmeer der Deutschen Bucht, Zwischenbericht über ein Forschungsprojekt des KFKIs.- *Die Küste*, 35: 187-204. Heide/Holst. (Boyens & Co).
- FISCHER, W. (1996): Ecological genetics of mussels (*Mytilus edulis* L. and *M. galloprovincialis* Lmk.) farmed in suspended culture in south-west Ireland.- *Schriftenr. Ed. Wiss., R. Biol.*, 74, 177S. Marburg (Tectum)
- FLEMMING, B.W. & DELAFONTAINE, M.T. (1994): Biodeposition in a juvenile mussel bed of the east frisian Wadden Sea (Southern North Sea).- *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 28 (3-4): 289-297.
- FORSCHUNGSSTELLE KÜSTE (1998): Überwachung der niedersächsischen Küstengewässer – Routineuntersuchungen 1996.- *Dienstber. Forsch.-Stelle Küste* 1/1998: 1-86.



- FORSCHUNGSSTELLE KÜSTE (1999a): Überwachung der niedersächsischen Küstengewässer – Routineuntersuchungen 1997.- Dienstber. Forsch.-Stelle Küste 3/1998: 1-83.
- FORSCHUNGSSTELLE KÜSTE (1999b): Überwachung der niedersächsischen Küstengewässer – Routineuntersuchungen 1998.- Dienstber. Forsch.-Stelle Küste 17/1999: 1-73.
- FÜCHTBAUER, H. & REINECK, H.E. (1963): Porosität und Verdichtung rezenter, mariner Sedimente.- *Sedimentology*, 2: 294-306. Amsterdam.
- FÜHRBÖTER, A. (1983): Über mikrobiologische Einflüsse auf den Erosionsbeginn bei Sandwatten.- *Wasser und Boden*, 3: 106-116. Hamburg.
- FUENTES, J. & MORALES, J. (1994) : Settlement of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors suspended from rafts in the Ria de Arousa (NW of Spain) : annual pattern and spatial variability.- *Aquaculture*, 122: 55-62.
- GAST, R. (1980): Die Sedimente der Meldorfer Bucht (Deutsche Bucht): Ihre Sedimentpetrographie und Besiedlung, Typisierung und Schwermetallgehalte.- Diss. Univ. Kiel, 262 S. Kiel.
- GAST, R. & KÖSTER, R. & RUNTE, K.-H. (1984): Die Wattsedimente in der nördlichen und mittleren Meldorfer Bucht. Untersuchungen zur Frage der Sedimentverteilung und der Schlicksedimentation.- *Die Küste*, 40: 165-257. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- GOSLING, E. (1992)[ed.]: The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture.- 589 S., (Elsevier) Amsterdam.
- GUBERNATOR, M. (2000): Zur Datenlage der Miesmuschelfischerei in Niedersachsen.- *Fischerbl.*, 2: 29-34.
- GUBERNATOR, M. (2001): Was machen Muschelfischer in der Luft? Aktuelles von der Muschelfischerei.- *Fischerbl.*, 6: 197-199.
- HAGENA, W. (1992): Herz- und Miesmuschelfischerei aus der Sicht der niedersächsischen Fischereiverwaltung.- *Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste*, 1: 47-49.
- HAGENA, W. (2001): Aktuelle Situation der niedersächsischen Miesmuschelfischerei.- *Fischerbl.*, 8: 261-263.
- HAGMEIER(): Wissenschaftliche Forschung und praktische Wirtschaft auf den fiskalischen Austernbänken. Nordelbingen, Beiträge zur Heimatforschung in Schleswig-Holstein, Hamburg und Lübeck, Bd. 8: 473-532.
- HAVEN, D.S. & MORALES-ALAMO, R. (1966): Aspects of deposition by oysters and other invertebrate filter feeders.- *Limnol. Oceanogr.*, 11: 487-498. Lawrence, Kans.



- HAVEN, D.S. & MORALES-ALAMO, R. (1968): Occurrence and transport of fecal pellets in suspension in a tidal estuary.- *Sed. Geol.*, 2: 141-151. Amsterdam.
- HAVEN, D.S. & MORALES-ALAMO, R. (1972): Biodeposition as a factor in sedimentation of fine suspended solids in estuaries.- *Geol. Soc. Mem.*, 133: 121-130. Oxford.
- HAYES, M.O. (1975): Morphology of sand accumulation in estuaries.- In: CRONIN, L.E. [ed.]: *Estuarine Research, Vol. II, Geology and Engineering*: 3-22, New York (Academic Press).
- HAYES, M.O. (1979): Barrier islands morphology as a function of tidal and wave regime.- In: LEATHERMAN, S.P. [ed.]: *Barrier Islands*: 1-27, New York (Academic Press).
- HERLYN, M. G., MILLAT, M. & MICHAELIS, H. (1999): Einfluss der Besatzmuschelentnahme auf die Entwicklung eulitoralener Neuanseidlungen von *Mytilus edulis* L. im niedersächsischen Wattenmeer. – *NLÖ-Forschungsstelle Küste* 9/1999, 27 S.
- HERLYN, M. & MILLAT, G. (2000): Decline of the intertidal blue mussel (*Mytilus edulis*) stock at the coast of Lower Saxonia (Wadden Sea) and influence of mussel fishery on the development of young mussel beds. – *Hydrobiologia*, 426: 203-210.
- HERLYN, M. & MILLAT, G. (200?): Erfassung und Dokumentation des Miesmuschelbestandes der niedersächsischen Watten sowie Untersuchung und Bewertung alternativer Methoden zur Saatmuschelgewinnung (in Vorbereitung bei WWF)
- HERRIOT, N. (1984): A guide to longline mussel cultivation.- *Aquacult. Tech. Bull. Ireland*, 9: 1-97.
- HICKMAN, R.W. (1992): Mussel cultivation.- In: GOSLING, E. [ed.]: *The mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*: 465-510. (Elsevier) Amsterdam.
- HIGELKE, B. (1986): Geographische Untersuchungen.- In: HIGELKE, B., HOFFMANN, D. & MÜLLER-WILLE, M. [Hrsg.]: *Das Norderhever-Projekt. Beiträge zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte der nordfriesischen Marschen und Watten*.- *Offa*, 39: 261-270. Neumünster.
- HIGELKE, B. (1988): Topographie, Morphodynamik und Hydrographie der südlichen nordfriesischen Watten. In: MÜLLER-WILLE et al. [Hrsg.]: *Offa-Bücher, Bd. 66: Landschaftsentwicklung und Siedlungsgeschichte im Einzugsgebiet der Norderhever (Nordfriesland)*, S. 39-50. (Wachholtz) Neumünster.
- HILGERLOH, G., HERLYN, M. & MICHAELIS, H. (1997): The influence of predation by herring gulls *Larus argentatus* and oystercatcher *Haematopus ostralegus* on a newly established mussel *Mytilus edulis* bed in autumn and winter. – *Helgol. Meeresunters.* 51: 173-189.



- HÖCK, M. & RUNTE, K.-H. (1993): Sedimentologisch-geochemische Untersuchungen zur Schwermetallentwicklung in den Wattgebieten nördlich der Hallig Oland.- Meyniana, 45: 181-189. Kiel.
- HOFFMANN, D. & HIGELKE, B. (1980): Verteilung und Dynamik der jungen Wattsedimente um Pellworm, Nordfriesland.- Meyniana, 32: 73-85. Kiel.
- HOFFMANN, D. (1982): Ältere Landschaftsgeschichte.- In: HIGELKE, B., HOFFMANN, D. & MÜLLER-WILLE, M. [Hrsg.]: Das Norderhever-Projekt. Beiträge zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte der nordfriesischen Marschen und Watten..- Offa, 39: 245-254. Neumünster.
- HOFFMANN, D. (1988): Das Küstenholozän im Einzugsgebiet der Norderhever, Nordfriesland. In: MÜLLER-WILLE et al.[Hrsg.]: Offa-Bücher, Bd. 66: Landschaftsentwicklung und Siedlungsgeschichte im Einzugsgebiet der Norderhever (Nordfriesland), S. 51-115. (Wachholtz) Neumünster.
- HOFSTEDDE, J. (1989): Parameter zur Beschreibung der Morphodynamik eines Wattgebietes.- Die Küste, 50: 197-212. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- HOLLAND, A. (1974): Quantitative evidence concerning the stabilisation of sediments by marine benthic diatoms.- Mar. Biol., 27: 191-196.
- INCZE, L.S. & LUTZ, R.A. (1980): Mussel culture: An east coast perspective.- In: LUTZ, R.A. [ed.]: Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 7, Mussel culture and harvest: A North american perspective: 99-140. (Elsevier) Amsterdam.
- IWERSEN, J. (1943): Zur bodenkundlichen Kartierung des nordfriesischen Wattengebietes. Westküste, Kriegsheft: 47-71. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- JESSEN, W. (1932): Die postdiluviale Entwicklung Amrums und seine subfossilen und rezenten Muschelpflaster.- Diss. Univ. Halle-Wittenberg, 69 S., 8 T., 7 Abb.
- KAISER, M.J. (2001): Ecological effects of shellfish cultivation.- In: BLACK, K.D. (2001): Environmental impacts of Aquaculture. Sheffield Academic Press, 51-75 pp. Sheffield.
- KAISER, M. (2002): Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer: Erfahrungsbericht eines interdisziplinären Verbundvorhabens, 240 S.- Umweltbundesamt Berlin.
- KAMPS, L. F. (1962) : Mud distribution and land reclamation in the eastern wadden shallows. - Rikswaterstaat comm., 4: 73 S.
- KAUTSKY, N. & EVANS, S. (1987): Role of biodeposition by *Mytilus edulis* in the circulation of matter and nutrients in a Baltic coastal ecosystem.- Mar. Ecol. Prog. Ser., 38: 201-212.



- KING, P.A., MCGRATH, D. & BRITTON, W. (1990): The use of artificial substrates in monitoring mussel (*Mytilus edulis* L.) settlement on an exposed rocky shore in the west of Ireland. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 70: 371-380.
- KLEINSTEUBER, H. & WILL, R. (1988): Populationsdynamik der Miesmuschel und Entwicklung der Miesmuschel in den Wattgebieten der Nordsee unter besonderer Berücksichtigung der niedersächsischen Küste.- Landesfischereiverband Weser-Ems e.V., Oldenburg.
- KOERTH, K. (1995): Monitoring von Makrobenthos im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer: Raum-Zeit-Muster und Methodenprüfung. In
- KÖSTER, R. (1981): Geologisches Gutachten zu den geplanten Küstenschutzmaßnahmen im südlichen nordfriesischen Wattenmeer.- Schriftenr. d. Landesreg. Schl.- Hol., 12: 89-131. Kiel.
- KÖSTER, R. (1991): Entstehung und künftige Entwicklung des deutschen Wattenmeeres.- In: PROKOSCH, P., et al. [eds.]: The Common Future of the Wadden Sea, 53-61. Husum.
- KÖSTER, R. (1998): Wattedimente.- In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas Wattenmeer, Bd I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 40-41. (Ulmer-Verlag) Stuttgart.
- KÖSTER, R., AUSTEN, G., AUSTEN, I., BAYERL, K.-A. & RICKLEFS, K. (1995): Sylter Wattenmeer Austauschprozesse.- Abschlußbericht, Teilprojekt: Sedimentation, Erosion und Biodeposition, 88 S., 125 Abb., 8 Tab. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel- Forschungs- und Technologiezentrum Westküste in Büsum (unveröff.).
- KOLUMBE, E., (1933): Ein Beitrag zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Königshafens bei List auf Sylt.- Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Kiel 21 (2):116-130, Kiel.
- LANDESAMT FÜR DEN NATIONALPARK SCHLESWIG_HOLSTEINISCHES WATTENMEER & UMWELTBUNDESAMT [Hrsg.] (1998): Umweltatlas Wattenmeer, Bd. I.: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, 270 S., (Ulmer) Stuttgart.
- LAUCKNER, G. (1983): Diseases of Mollusca: Bivalvia.- In: KINNE, O. [ed.]: Diseases of marine animals, Vol. II: 477-961. Biol. Anstalt Helgoland, Hamburg.
- LENZ, M. (1998): Verteidigungsmechanismen der Miesmuschel *Mytilus edulis* gegen Aufwuchs.- Dipl.-Arb. Inst. für Polarökologie und Zoolog. Univ Kiel, 52 S. (unveröff.).
- LILLELUND, K. & BERGHAHN, R. (1981): Gutachten zur Fischereibiologie der Nordstrander Bucht.- Schriftenr. d. Landesreg. Schl.- Hol., 12: 251-312. Kiel.



- LINKE, O. (1954) : Die Bedeutung der Miesmuscheln für die Landgewinnung im Wattenmeer.- Natur u. Volk 84: 253-261.
- LUTZ, R.A. & KENNISH, M.J. (1992): Ecology and morphology of larval and early postlarval mussels.- In: GOSLING, E. [ed.]: The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture: 53-85. (Elsevier) Amsterdam.
- MACKE, E. (1983): Ein Unterwassermeßgerät zur in situ Bestimmung der kritischen Geschwindigkeit am Meeresboden.- Mitt. Leichtweiss Inst., 79: 194-214. Braunschweig.
- MANZENRIEDER, H. (1983): Die biologische Verfestigung von Wattflächen aus der Sicht des Ingenieurs.- Mitt. Leichtweiss Inst., 79: 135-193. Braunschweig.
- MCGRATH, D. , KING, P.A. & GOSLING, E.M. (1988): Evidence for direct settlement of *Mytilus edulis* larvae on adult mussel beds.- Mar. Ecol. Prog. Ser., 47: 103-106
- MCGRORTY, S., CLARKE, R.T., READING, C.J. & GOSS-CUSTARD, J.D. (1990): Population dynamics of the mussel *Mytilus edulis*: density changes and regulation of the population in the Exe estuary Devon.- Mar. Ecol. Progr. Ser., 67: 157-169.
- MCGRORTY, S. & GOSS-CUSTARD, J.D. (1991): Population dynamics of the mussel *Mytilus edulis*: spatial variations in age-class densities of an intertidal estuarine population along environmental gradients.- Mar. Ecol. Progr. Ser., 73: 191-202.
- MEIXNER, R. (1989): Vertikale Muschelkultur-Erprobung.- Inf. Fischw., 36: 162-163.
- MEIXNER, R. (1990): Erste Ergebnisse betrieblicher Erprobung der Muschelvertikalkultur.- Inf. Fischw., 37: 12-13.
- MEIXNER, R. (1992): Erkenntnisse der Fischereiforschung.- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 47-49.
- MERCK, T. & VON NORDHEIM, H. (2000): Technische Eingriffe in marine Lebensräume.- BfN-Skripten, 29: 182 S.
- MICHAELIS, H. (1968): Biologisch-sedimentologische Untersuchung des Wurster Wattes von Spieka bis Arensch.- Jber. 1966, Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz, 18: 71-82. Norderney.
- MICHAELIS, H. (1987): Bestandsaufnahme des eulitoralen Makrobenthos im Jadebusen in Verbindung mit einer Luftbildanalyse.- Jber. 1986, Forsch.-Stelle Küste, 38: 13-97. Norderney.
- MICHAELIS, H. (1992): Veränderungen des Miesmuschelbestandes im niedersächsischen Wattenmeer.- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 16-25.



- MILLAT, G. & HERLYN, M. (1999): Documentation of intertidal mussel bed (*Mytilus edulis*) sites at the coast of Lower Saxony.- *Senckenbergiana marit.*, 29: 83-93???
- MORALES, J. & FUENTES, J. (1995) : Recruitment of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors situated on the intertidal zone in the Ria de Arousa (NW Spain).- *Aquaculture*, 138: 131-137.
- MÜLLER, F. & FISCHER, O. : Das Wasserwesen an der Schleswig-Holsteinischen Westküste; diverse
- NATIONALPARKVERWALTUNG NIEDERSÄCHSISCHES WATTENMEER & UMWELTBUNDESAMT [Hrsg.] (1999): Umweltatlas Wattenmeer, Bd. II.: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung, 2000 S., (Ulmer) Stuttgart.
- NEHLS, G. (1990): Bestand, Jahresrhythmus und Nahrungsökologie der Eiderente *Somateria mollissima*, L. 1758, im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer.- Dipl.- Arb. Univ. Kiel, 84 S.
- NEHLS, G. & THIEL, M (1993): Large-scale distribution patterns of the mussel *Mytilus edulis* in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein: do storms structure the ecosystem?- *Neth. J. Sea Res.*, 31(2): 181-187.
- NEHLS, G. & RUTH, M. (1994): Eiderenten und Muschelfischerei im Wattenmeer – ist eine friedliche Koexistenz möglich?- *Arb. Dt. Fisch.-Verb.*, 60: 82-111.
- NEHLS, G., HERTZLER, I., C. & SCHEIFFARTH, G. (1997): Stable mussel *Mytilus edulis* beds in the Wadden Sea – They are just for birds.- *Helgol. Meeresunters.*, 51(3): 361-372.
- NEHLS, G., HERTZLER, I., KETZENBERG, C. & SCHEIFFARTH, G. (1998): Die Nutzung stabiler Miesmuschelbänke durch Vögel. In: GÄTJE, C. & REISE, K. [Hrsg.]: Ökosystem Wattenmeer. Austausch-, Transport- und Stoffumwandlungsprozesse, S. 421-435. (Springer).
- NEHLS, G. (1999): Miesmuschelmonitoring im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 1998. Bericht im Auftrag des NPA, 57 S. (unveröff.)
- NEHLS, G. (2000): Miesmuschelmonitoring im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 1999.- Bericht im Auftrag des NPA, 58 S. (unveröff.)
- NEHLS, G. (2001): Miesmuschelmonitoring im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2000.- Bericht im Auftrag des NPA, 55 S., (unveröff.)
- NEHLS, G. (2002): Miesmuschelmonitoring 2001 im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer.- Bericht im Auftrag des NPA, 52 S. (unveröff.)
- NEWELL, C.R., HIDU, H., MCALICE, B.J., PRODNIESINSKI, G., SHORT, F. & KINDBLOM, L. (1991): Recruitment and commercial seed procurement of the blue mussel *Mytilus edulis* in Maine.- *J. World Aquacult. Soc.*, 22(2): 134-152.



- NOMMENSEN, B. (1982): Die Sedimente des südlichen Nordfriesischen Wattenmeeres: Ergebnisse geologisch-sedimentologischer Untersuchungen an pleistozänen und holozänen Sedimenten und an Schwebstoffen der Gezeitenströme.- Diss. Univ. Kiel, 268 S. Kiel.
- NOWELL, A.R.M., JUMARS, P.A. & ECKMAN, J.E. (1981): Effects of biological activity on the entrainment of marine sediments.- Mar. Geol., 42: 133-153. Amsterdam.
- OBERT, B. & MICHAELIS, H. (1991): History and ecology of the mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the catchment area of a Wadden Sea tidal inlet. In: ELLIOTT, M. & DUCROTOY, J.-P. [eds.] Estuaries and coasts: spatial and temporal intercomparisons ECSA19 Symposium, pp. 185-194. (Olsen and Olsen) Fredensborg.
- OFFICER, C.B. & LYNCH, D.R. (1989): Bioturbation, sedimentation and sediment-water exchanges.- Estuar. Coast. Shelf Sc., 28: 1-12.
- OKUN, N. (1999): Einfluß der Sedimentation auf die Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.). Dipl. Arb. Univ Hamburg, 68 S. (unveröff.).
- OLIN, P.G. (2002): Environmental interactions of bivalve shellfish aquaculture.- In: TOMASSO, J.R. [ed.]: Aquaculture and the environment in the United States. U.S. Aquaculture Society, a chapter of the world Aquaculture Society, 141-154pp. Baton Rouge, Louisiana.
- OSTENDORFF, E. (1943): Die Grund- und Bodenverhältnisse der Watten zwischen Sylt und Eiderstedt.- Westküste, Kriegsheft: 1-6. Heide/ Holst. (Boyens & Co.).
- PECHENIK, J.A., EYSTER, L.S., WIDDOWS, J. & BAYNE, B.L. (1990): The influence of food concentration and temperature on growth and morphological differentiation of blue mussel *Mytilus edulis* L. larvae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 136(1): 47-64.
- PETERSEN-ANDRESEN, W. (1998): Miesmuschel – muß diese häufige Tierart geschützt werden?- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 21-33.
- PIERSMA, T. & KOOLHAAS, A. (1997): Shorebirds, shellfish(eries) and sediment around Griend, western Wadden Sea, 1988-1996. Single large-scale exploitative events lead to long-term changes of the intertidal birds-benthos community.- NIOZ-Report, 7: 114 pp.
- PLATH, M. (1943): Die biologische Bestandsaufnahme als Verfahren zur Kennzeichnung der Wattedimente und die Kartierung der nordfriesischen Watten.- Westküste, Kriegsheft: 7-46. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- PLATH, M. (1965): Ein im Gezeitenbereich des Wattenmeeres selbsttätig arbeitendes Sinkstoff-Schöpfergerät und die Bedeutung der Wattfauna für die Bildung von Sinkstoffen.- Die Küste, 13: 119-132. Heide/Holst. (Boyens & Co.).



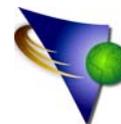
- POSTMA, H. (1961): Transport and accumulation of suspended matter in the Dutch Wadden Sea.- Neth. J. Sea Res., 1: 148-190. Den Helder.
- PRATJE, O. (1931): Die Sedimente der Deutschen Bucht.- Wiss. Meeresunters. N. F., Abt. Helgoland, 18. Oldenburg.
- PREUß-LÜTHJE, I. (1967): Vergleichende Studien an der Miesmuschel, der Sandklaffmuschel und den Bohrmuscheln im Bereich der nordfriesischen Inseln.- Examensarb. der Pädagog. Hochschule Kiel, 46 S.
- PRÖBER, C. (1982): Die Möglichkeiten der Fernerkundung in der Küstengeologie.- Diss. Univ. Kiel, 177 S. Kiel.
- PULFRICH, A. (1995): Reproduction and recruitment in Schleswig Holstein Waddensea edible mussel (*Mytilus edule* L.) populations. - Thesis Inst. f. Meeresk. Christian-Albrechts-Univ. Kiel, 150 S.
- PULFRICH, A. (1997): Seasonal variation in the occurrence of planktic bivalve larvae in Schleswig-Holstein Wadden Sea.- Helgol. Meeresunters., 51: 23-39.
- PULS, W., KÜHL, H., LOBMEYR, M., MÜLLER, A. & SCHÜNEMANN, M. (1990): Investigations on suspended matter transport processes in estuaries and coastal waters.- In: MICHAELIS, W. [ed.]: Estuarine Water Quality Management, S. 165-171, Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- RAABE, W. (2002): Auf Spurensuche im Wattenmeer: ein Luftbildatlas, 80 S.- Heide/Holst. (Boyens & Co).
- RAGUTZKI, G. (1973): Vergleichende bodenphysikalische Untersuchung über die Eigenschaften von Schlick in Verlandungsfeldern.- Jber. 1972, Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz, 24: 77-102. Norderney.
- RAGUTZKI, G. (1978): Zehn Jahre bodenphysikalische Untersuchungen der Forschungsstelle für Insel- u. Küstenschutz Norderney.- Jber. 1977, Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz, 29: 205-224. Norderney.
- RAGUTZKI, G. (1979): Zur Frage der biogenen Festigkeit von Wattersedimenten nach bodenphysikalischen Kriterien.- Jber. 1978, Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz, 30: 117-140. Norderney.
- RAGUTZKI, G. (1982): Verteilung der Oberflächensedimente auf den niedersächsischen Watten.- Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz, 32: 55-67. Norderney.
- RAGUTZKI, G. (1987): Biogen induzierte Festigkeit von Wattersedimenten.- Umweltvorhersage Nordsee, S. 163-167. Niedersächsisches Umweltministerium Hannover.



- REINECK, H.-E. & SINGH, I.B. (1980a): Depositional sedimentary environments.- 2. Aufl., 549 S. Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- REINECK, H.-E. [Hrsg.] (1982): Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum.- 3. Aufl. 185 S. Frankfurt a. M. (W. Kramer).
- REINECK, H.-E. (1984): Aktuogeologie klastischer Sedimente.- 348 S. Frankfurt a. M. (W. Kramer).
- REISE, K. (1981): Gutachten zur Bodenfauna im Gebiet der Nordstrander Bucht.- Schriftenr. d. Landesreg. Schl.-Hol., 12: 237-249. Kiel.
- REISE, K., HERRE, E. & STURM, M. (1989): Historical changes in the benthos of the Wadden Sea around the island of Sylt in the North Sea.- Helgoländer Meeresunters. 43: 417-433. Heide/Holst. (Boyens & Co).
- REISE, K. (1990): Historische Veränderungen in der Ökologie des Wattenmeeres. Rheinisch-Westfälische Akad. Wiss., N 382: 33-50.
- REISE, K., ASMUS, R. & ASMUS, H. (1993): Ökosystem Wattenmeer – Das Wechselspiel von Algen und Tieren beim Stoffumsatz.- Biologie in unserer Zeit, 23: 301-307.
- REISE, K., HERRE, E. & STURM, M. (1994): Biomass and abundance of macrofauna in intertidal sediments of Königshafen in the northern Wadden Sea.- Helgoländer Meeresunters. 48 (2-3): 201-215. Heide/Holst. (Boyens & Co).
- REISE, K. et al. (1996): SWAP – Sylter Wattenmeeraustauschprozesse – Projektsynthese, 460 S., (Boysen) Tönning.
- REISE, K. (1998): Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea.- Senckenbergiana marit., 28: 167-175.
- REISE, K., LACKSCHEWITZ, D. & BAYERL, K.-A. (1998): Verteilung der Wattbiotope im Lister Tidebecken.- In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas Wattenmeer, Bd. I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 136-137. (Ulmer-Verlag) Stuttgart.
- REISE, K. [ed.] (2001): Ecological comparisons of sedimentary shores.- Ecological Studies, 151, 384 S. (Springer) Berlin. REISE, K. [ed.] (2001): Ecological comparisons of sedimentary shores.- Ecological studies, 151, 384 S. (Springer) Berlin.
- REISE, K. & DIEDERICH, S. (2003): Der ökologische Preis importierter Arten.- In: LOZAN, J.L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz, S. 306-308. (Wissenschaftliche Auswertungen) Hamburg.



- REQUARDT-SCHOHAUS, E. (1993): Verheerende Naturgewalten: Miesmuschel-Kolonien werden immer seltener.- Ostfriesland-Magazin, 8: 80-83. (Soltau-Kurier-Norden).
- REQUARDT-SCHOHAUS, E. (1999): Das Miesmuschel-Wunder : Streit zwischen Fischern und Naturschützern.- Ostfriesland-Magazin, 10: 27-37. (Soltau-Kurier-Norden).
- RICHTER, R. (1922): Flachseebeobachtungen zur Paläontologie V: In sich bedingter Faunenwechsel.- Senckenbergiana, 4. Frankfurt a. M.
- RICKLEFS, K. (1989): Zur Sedimentologie und Hydrographie des Eider-Ästuars.- Berichte-Reports, Geol.-Paläont. Inst. Univ. Kiel, 35: 182 S. Kiel.
- RUTH, M. (1991a): Muschelfischerei im Wattenmeer.- In: PROKOSCH, P. et al. [eds.]: The Common Future of the Wadden Sea – Technical Report, 281-290 pp. Husum.
- RUTH, M. (1991b): Miesmuschelfischerei im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer – ein Fischereizweig im Interessenkonflikt zwischen Ökonomie und Naturschutzinteressen.- Arb. Dt. Fischereiverb., 52: 137-168.
- RUTH, M. (1992): Miesmuschelfischerei im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Ein Beispiel für die Problematik einer Fischerei im Nationalpark.- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 26-46.
- RUTH, M. (1993a): Miesmuschelfischerei im Wattenmeer: Situation und Auswirkungen.- Wattenmeer International, 3/93: 5-7.
- RUTH, M. (1993b): Auswirkungen der Muschelfischerei auf die Struktur des Miesmuschelbestandes im schleswig-holsteinischen Wattenmeer – Mögliche Konsequenzen für das Ökosystem.- Arb. Dt. Fisch.-Verb., 57: 85-102.
- RUTH, M. (1994a): Die Auswirkungen der Muschelfischerei auf die Struktur des Miesmuschelbestandes im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer - mögliche Konsequenzen für das Ökosystem.- Proc. 8th. Intern. Wadden Sea Symp. Esbyerg/Denmark. Ophelia
- RUTH, M. (1994b): Untersuchungen zur Biologie und Fischerei von Miesmuscheln im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer.- Abschlußbericht Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, im Auftrag des UBA, FKZ 10802085/01, 327 S. Inst. F. Meeresk. Kiel.
- RUTH, M. & ASMUS, H. (1994): Muscheln: Biologie, Bänke, Fischerei und Kulturen.- In: LOZAN, J. L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus dem Wattenmeer, S. 122-132. (Blackwell Wissenschafts-Verlag) Berlin.
- RUTH, M. (1998a): Miesmuschelbänke. – In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas



Wattenmeer, Bd. I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 98-99.
(Ulmer-Verlag) Stuttgart.

RUTH, M. (1998b): Miesmuschelfischerei. – In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas Wattenmeer, Bd. I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 170-171.
(Ulmer-Verlag) Stuttgart.

RUTH, M. (1998c): Untersuchungen zur Biologie und Fischerei von Miesmuscheln im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer.- Teilbericht zum Forschungsvorhaben 10802085/01, Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 330 S.- Berlin, Umweltbundesamt.

RUTH, M. (1998d): Zukunft der Miesmuschelfischerei im schleswig-holsteinischen Wattenmeer – Ausgleich zwischen Ökologie und Ökonomie?- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 9-17.

SAIER, B. (2001a): Direct and indirect effects of seastars *Asterias rubens* on mussel beds (*Mytilus edulis*) in the Wadden Sea.- J. Sea Res., 46: 29-42.

SAIER, B. (2001b): Ecological comparison of intertidal and subtidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the Wadden Sea.- Diss. Univ. Hamburg, 164 pp.

SAIER, B. (2002): Subtidal and intertidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the wadden Sea: diversity differences of associated epifauna.- Helgol. Mar. Res., 56: 44-50.

SAIER, B., BUSCHBAUM, C. & REISE, K. (2002): Subtidal mussel beds in the Wadden Sea: threatened oases of biodiversity.- Wadden Sea Newsletter 2002(1): 12-14.

SCHÄFER, W. (1956): Wirkungen der Benthos-Organismen auf den jungen Schichtverband.- Senckenbergiana Leth., 37, (1/2): 183-263. Frankfurt a.M. (W. Kramer).

SCHÄFER, W. (1970): Aktuopaläontologische Beobachtungen. 9. Faunenwechsel.- Senckenbergiana marit., 2: 85-101. Frankfurt a.M. (W. Kramer).

SCHLAUCH, J. (1999): Entwicklung und Struktur der deutschen Molluskenfischerei und – kultur im trilateralen Vergleich mit Dänemark und den Niederlanden.- Bamberger Wirtschaftsgeogr. Arb., 10, 217 S.

SCHÜMER, K. (o.J.): Die Geschichte der Sylter Auster. Broschüre, Dittmeyers Austern Compagnie, 9 pp. List auf Sylt.

SCHÜNEMANN, M. & KÜHL, H. (1991): A device for erosion-measurements on naturally formed muddy sediments: The EROMES-System.- GKSS Report 91/E/18, 28 S. Geesthacht.



- SCHÜNEMANN, M. & KÜHL, H. (1992): Experimental investigations of the erosional behaviour of naturally formed mud from Elbe estuary and adjacent Wadden Sea.- Coastal and Estuarine Studies Series, Vol. 42, AGU. Washington.
- SCHÜRMAN, A. (1998): Bestand und Biomasse der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.) im Königshafen unter Berücksichtigung verschiedener Muschelbankstrukturen.- Dipl.-Arb. Rheinisch-Westfälische TH Aachen, 89 pp.
- SCHULZ, B. (1937): Die deutsche Nordsee, ihre Küste und Inseln, 2. Aufl. Monographien zur Erdkunde Bd. 39, 127 S. (Velhagen und Klasing) Bielefeld und Leipzig.
- SCHWARZ, A. (1932): Der tierische Einfluß auf die Meeressedimente (besonders auf die Beziehung zwischen Frachtung, Ablagerung und Zusammensetzung von Wattsedimenten).- *Senckenbergiana*, 14: 118-159, Frankfurt/M.
- SEAMAN, M.N.L. & RUTH, M. (1997): The molluscan fisheries of Germany.- In: MACKENZIE et al.[eds.]: The history, present condition and future of the molluscan fisheries of North America and Europe. Volume 3, Europe. NOAA Tech. Rep.,129: 57-84. Seattle.
- SEED, R. (1975): Reproduction in *Mytilus* (Mollusca: Bivalvia) in European waters.- *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 39 Suppl.: 317-334.
- SEILERT, H.E.W.(1997): Freilanduntersuchungen zur Verteilung der Miesmuschel *Mytilus edulis* L. in einem zweifach geschichteten Aestuar.- *Ber. Inst. fuer Meeresk.Univ. Kiel*, 292, 96 S., Kiel.
- SIEFERT, W., FAHSE, H., MIEßNER, F., RICHTER, H.-H., TAUBERT, A. & WIELAND, P. (1980): Die Strömungsverhältnisse vor der Westküste Schleswig-Holsteins – Ergebnisse eines KFKI-Meßprogramms.- *Die Küste*, 35: 147-186. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- SPIEGEL, F. (1997): Die Tiedebecken des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres: Morphologische Strukturen und Anpassungsbedarf bei weiter steigendem Meeresspiegel.- *Ber. Forsch. u. Technologiezentr. Westküste*, 14, Büsum.
- SPRUNG, M. (1980): Das Frühjahrswachstum der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.) bei kontinuierlicher und diskontinuierlicher Nahrungszufuhr im Freiland-Biotop und unter Laborbedingungen.-Dipl.-Arb. Univ. Kiel, 82 S. (unveröff.).
- SPRUNG, M. (1983): Untersuchungen zum Energiebudget der Larven der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.). *Diss. Univ. Kiel*, 146 S.
- STAMM, M. (2000): Räumliche und zeitliche Abundanzmuster ausgewählter Arten der benthischen Makrofauna im ostfriesischen Wattenmeer unter dem Einfluß von Biodepositen einer Miesmuschelbank.- *Diss. Univ. Marburg*, 243 S.



- STOCK, M. et al. (1996): Ökosystemforschung Wattenmeer – Syhthesebericht: Grundlagen für einen Nationalparkplan.- Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 8, 784 S.
- STÖRTENBECKER, M. (1997): Wechselwirkungen zwischen Sedimentationsprozessen und Gezeitendynamik in den nordöstlichen Einzugsgebieten von Norderhever und Süderaue, Nordfriesisches Wattenmeer.- Berichte, Forsch.- u. Technologiezentrum Westküste d. Univ. Kiel, 15, 136 S., 53 Abb., 19 Tab., Büsum.
- STRASSER, M. (2000): Rekrutierungsmuster ausgewählter Wattfauna nach unterschiedlich strengen Wintern.- Ber. Polar- und Meeresforsch., 377, 127 S.
- STRASSER, M., REINWALD, T. & REISE, K. (2001): Differential effects of the severe winter of 1995/96 on the intertidal bivalves *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria* in the Northern Wadden Sea.- Helgol. Mar. Res., 55: 190-197.
- STREIF, H. & KÖSTER, R. (1978): Zur Geologie der deutschen Nordseeküste.- Die Küste, 32: 30-49. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- TAGHON, G.L., NOWELL, A.R.M. & JUMARS, P.A. (1984): Transport and breakdown of fecal pellets: biological and sedimentological consequences.- Limnol. Oceanogr., 29, (1): 64-72. Kansas.
- TAUBERT, A. (1986): Morphodynamik und Morphogenese des Nordfriesischen Wattenmeeres.- Hamb. Geogr. Studien, 42: 269 S. Hamburg (Schöningh).
- THEEDE, H. (1962): Experimentelle Untersuchungen ueber die Filtrationsleistung der Miesmuschel *Mytilus edulis* L.- Diss. Univ. Kiel, 77 S.
- THEEDE, H. (1965): Vergleichende experimentelle Untersuchungen über die zelluläre Gefrierresistenz mariner Muscheln.- Kiel. Meeresforsch., 21: 153-166.
- THIEL, H., GROSSMANN, M. SPYCHALA, H. (1984): Quantitative Erhebung über die Makrofauna in einem Testfeld im Büsumer Watt und Abschätzung ihrer Auswirkung auf den Sedimentverband.- Die Küste, 40: 259-314. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- TSUCHIYAJA, M. & NISHIHIRA, M. (1985): Islands of *Mytilus* as habitat for small intertidal animals: effects of island size on community structur. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 25: 71-81.
- TSUCHIYAJA, M. & NISHIHIRA, M. (1986): Islands of *Mytilus* as habitat for small intertidal animals: effects of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organisation. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 31: 171-178.
- VOOYS, C. G. N. (1999): Numbers of larvae and primary plantigrades of the mussel *Mytilus edulis* in the western Dutch Wadden Sea.- J. Sea Res., 41: 189-201.
- WALTER, U. (1999): Sublitorale Muschelkulturen in der Jade : Wachstum von *Mytilus edulis* L., Hydrographie, Sedimentologie und Benthosbesiedlung ; ein Projekt der



Niedersächsische Wattenmeerstiftung.- Ber. FZ Terramare, 10: 63 S.
Wilhelmshaven.

- WALTER, U. & LIEBEZEIT, G. (2001): Nachhaltige Miesmuschel-Anzucht im niedersächsischen Wattenmeer durch die Besiedlung natürlicher und künstlicher Substrate, Abschlußbericht der ersten Projektphase, 98 S.- Wilhelmshaven, Forschungszentrum Terramare.
- WALTER, U. & LIEBEZEIT, G. (200?): Efficiency of blue mussel (*Mytilus edulis*) spat collectors in highly dynamic tidal environments of the Lower Saxonian coast (southern North Sea).- Manuscript
- WALTER, U., BUCK, B.H. & ROSENTAL, H. (2003): Marikultur im Nordseeraum: Status quo, Probleme und Tendenzen.- In: LOZAN, J.L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz, S. 122-131. (Wissenschaftliche Auswertungen) Hamburg.
- WEHRMANN, A., HERLYN, M., BUNGENSTOCK, F., HERTWECK, G. & MILLAT, H. (2000): The distribution gap is closed - First record of naturally settled Pacific oysters *Crassostrea gigas* in the East Frisian Wadden Sea, North Sea.- *Senckenbergiana marit.*, 30: 153-160. Frankfurt a.M. (W. Kramer).
- WEIGAND, C. (1998): Seepocken im Wattenmeer - Einfluß von Sediment- und Wasserbewegung auf Abundanz, Biomasse und Mortalität von *Semibalanus balanoides* (L.) auf eulitoralischen Miesmuschelbänken.- Dipl. Arb. Univ. Bonn , 110 S. (unveröff).
- WERNER, F. (1967): Röntgen-Radiographie zur Untersuchung von Sedimentstrukturen.- *Umschau*, 16: 532. Frankfurt a. M.
- WILLKOMM, H. (1980): Radiokohlenstoff- und ¹³C-Untersuchungen zur Torfentwicklung und Meerestransgression im Bereich Sylt-Föhr.- In: KOSSACK, G. u.a.[Hrsg.]: Archsum auf Sylt, Teil 1; Röm.-Germ. Forsch. 39: 131-146, Mainz (P. v. Zabern).
- WITTE, G., HEINEKE, M. & KÜHL, H. (1995): Sylter Wattenmeer Austauschprozesse (SWAP), Teilprojekt B 4.1: Modellierung des Stofftransports – Sedimentations- und Erosionsexperimente, 82 S. GKSS-Forschungszentrum GmbH Geesthacht (unveröff.).
- WOHLENBERG, E. (1937): Das Wattenmeer-Lebensgemeinschaft im Königshafen von Sylt.- *Helg. wiss. Meeresunters.*, 1, (1): 1-82; Kiel.
- WOHLENBERG, E. (1953): Schlickbindung durch Diatomeen.- *Die Küste*, 2, (1): 57-65. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
- WOHLENBERG, E. (1954): Sinkstoff, Sediment und Anwachs am Hindenburgdamm.- *Die Küste*, 2, (2): 33-91. Heide/Holst. (Boyens & Co.).



WOLF, J. (2001): Reaktion von *Mytilus edulis* auf unterschiedliche Trübungs- und Sedimentationsverhältnisse : methodische Vorbereitung und Test des "Mytilus-Monitors", Abschlußbericht.- Schriftenr. BfG, 1293: 87 S., Koblenz.

WOLFF, W.J. [ed.] (1983): Ecology of the Wadden Sea, 3 Vols.- 1678 S. (Balkema) Rotterdam.

WULF, J. (1992): Untersuchungen zur Umlagerungsintensität zweier hydrodynamisch unterschiedlich stark exponierter Gebiete im Sylter Nordwatt.- Dipl.-Arb., Geol.-Paläont. Inst., Univ. Kiel, Teil 2, 64 S., (unveröffl.).

ZENS, M., MICHAELIS, H., HERLYN, M. & REETZ, M. (1997): Die Miesmuschelbestände der niedersächsischen Watten im Frühjahr 1994.- Ber. Forschungsstelle Küste Norderney, 41: 141-155.



Bericht über die Technikerprobung zum Projekt

„Wiederansiedlung von Miesmuscheln“ der „Region Uthlande“

Aufgrund der Voruntersuchungen (s. Bericht vom 15.09.2003; <http://www.iczm.de/Abschlussbericht.pdf>) hat die Insel- u. Halligkonferenz das Büro für Umwelt und Küste gebeten, die technische Machbarkeit aus den Empfehlungen der Voruntersuchungen zu analysieren. Die Finanzierung des Materiales wurde freundlicher und dankenswerter Weise von der [Stiftung Deutscher Küstenschutz](#) übernommen. Im Vorfeld des Testes wurden unterschiedliche Materialien möglicher Kollektoren und Verankerungen begutachtet.

Als Kollektoren kamen zur Auswahl:

- a) Kokosgewebe in unterschiedlicher Ausbildung
- b) Nylongewebe in unterschiedlicher Ausbildung

Kokos- und Nylongewebe wurden von den Herstellern dankenswerter Weise kostenlos zur Verfügung gestellt.

Als Grundgewichte dienten Eisenblöcke mit ca. 16 kg Gewicht. Um einen Abrieb der Halterungsleinen durch die permanente Wellenbewegung zu vermeiden, wurden Schekel (verzinkt und Edelstahl) als Verbindungsstück zwischen Grundgewicht und Verankerungsleine verwendet.

Als Auftriebskörper dienten Netzbojen mit einem Durchmesser von 31 cm.

Für die Auswahl der Lokation war nicht in erster Linie die optimale Wahrscheinlichkeit eines Brutfalles von Miesmuscheln ausschlaggebend, sondern die Zugänglichkeit, Überwachbarkeit, mittlere Strömungs- und Wellenbedingungen sowie Vermeidung eines Schifffahrtshindernisses und Abfischung durch gewerbliche Fischerei. Als günstiges Testfeld erwies sich ein Bereich östlich Föhr/ nördlich Wyk im Bereich Näsborn.

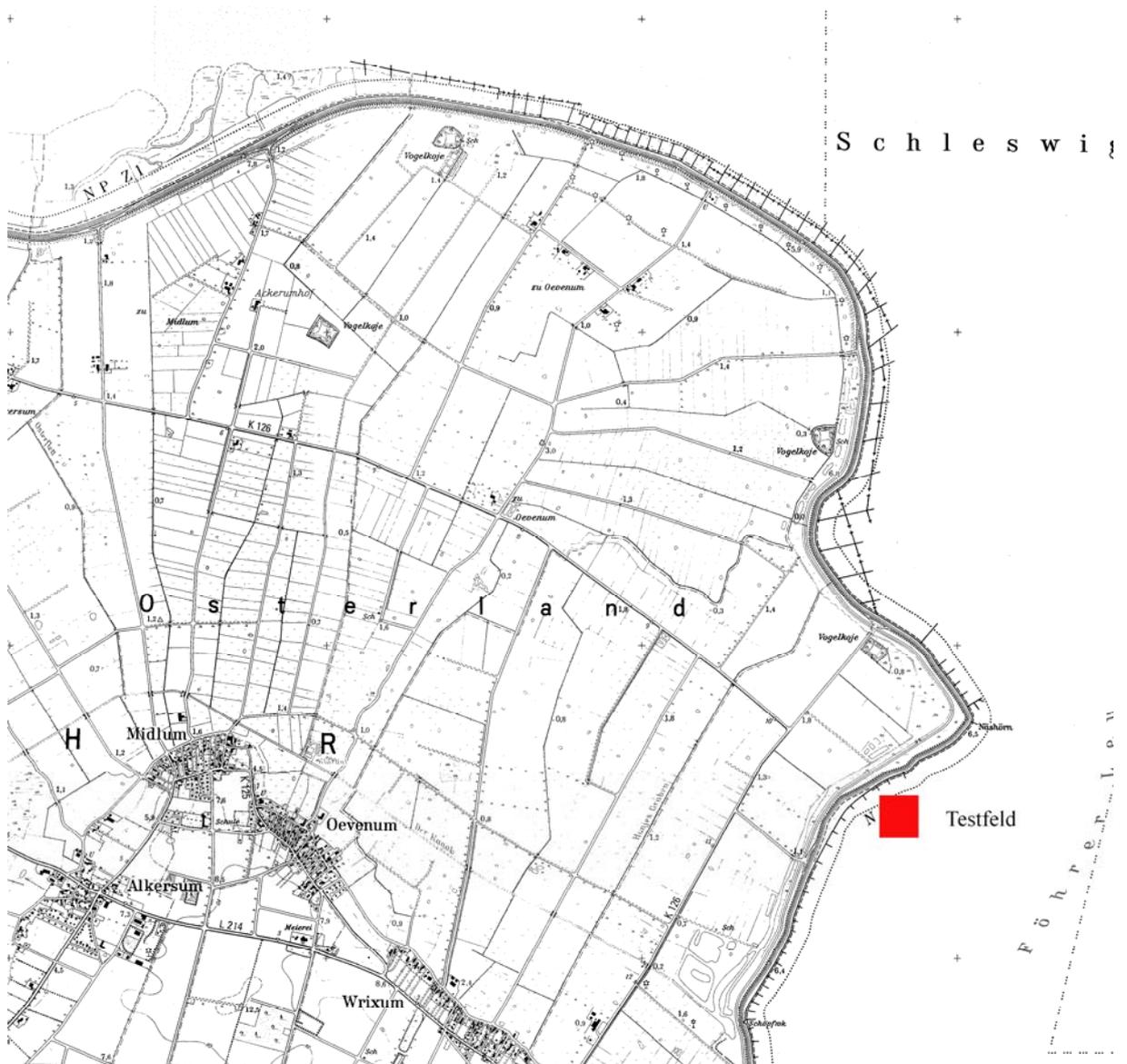
Tatkräftige Unterstützung kam vom Regionalbüro Uthlande (Fr. C. Menge) sowie durch Herrn H. Ketelsen, der auch sein Boot zur Verfügung stellte.

Die Etablierung des Testfeldes erfolgte am 14.05 2004.

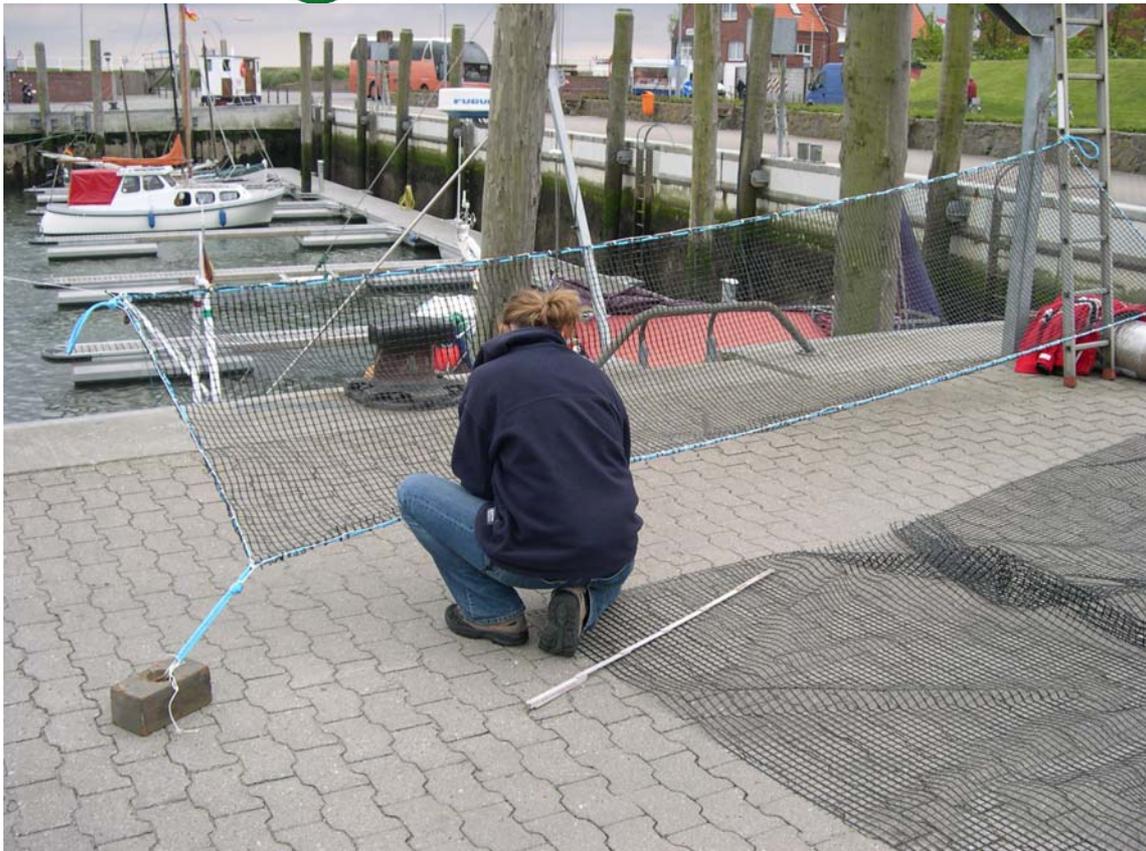
Die folgende Tabelle gibt die Stammdaten der Kollektoren wieder, die folgenden Bilder erläutern weitere Einzelheiten des Testes.



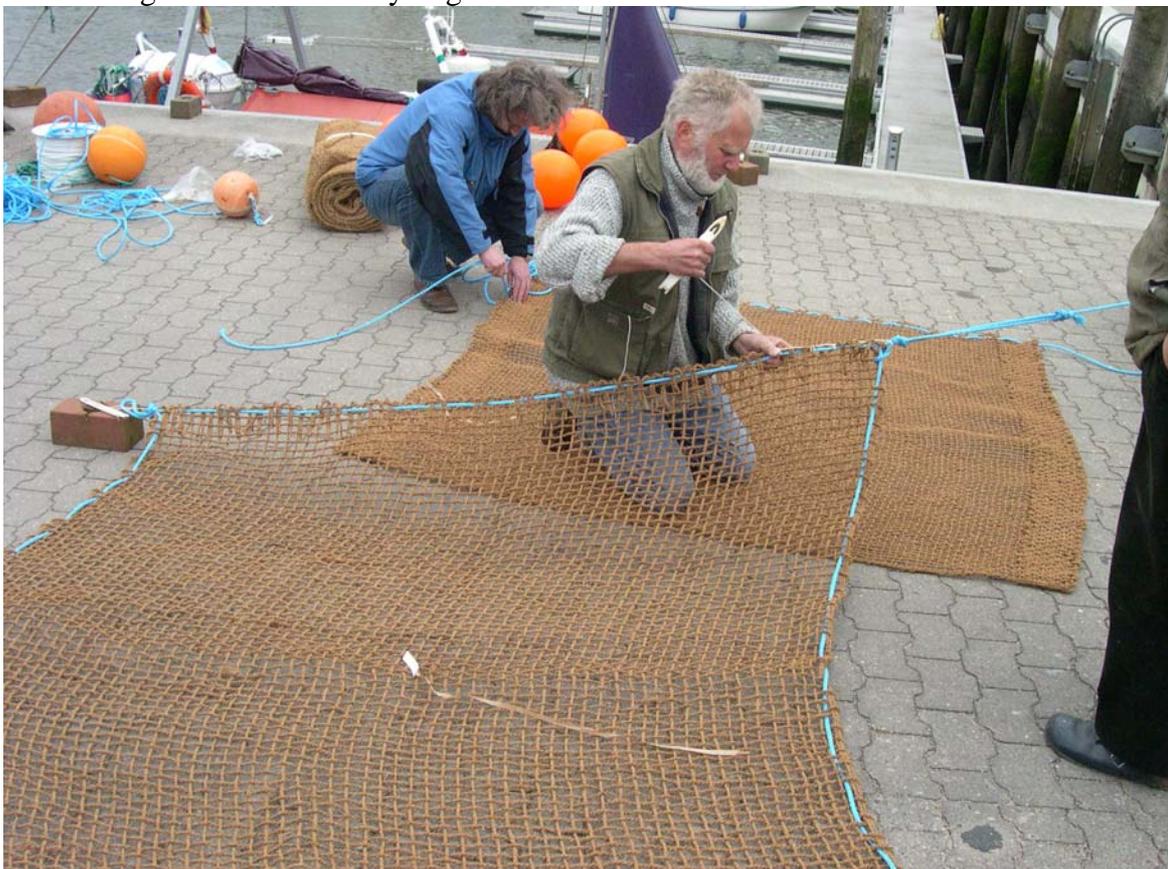
Nr.	Position	Material	Rand- verstärkung	Wassertiefe	Netzmaße	Uhrzeit
1	N 54°42'892 E 8°35'339	Nylon, grob	ja	2 m	1,5 m X 5 m	9:50
2	N 54°42'886 E 8°35'316	Kokos, eng 900 g/m ²	ja	3,1 m	2 m X 2 m	10:00
3	N 54°42'892 E 8°35'359	Nylon, grob,	nein	3 m	1,2 m X 5 m	10:20
4	N 54°42'891 E 8°35'357	Kokos, grob 400 g/m ²	ja	2,2 m	2 m X 2 m	10:30
5	N 54°42'873 E 8°35'302	Kokos, grob 700 g/m ²	ja	2,3	1,5 m X 5 m	10:40
6	N 54°42'901 E 8°35'340	Nylon, eng	nein	3 m	1,5 m X 5 m	10:50



Lage des Testfeldes



Verstärkung der Ränder des Nylongewebes



Verstärkung der Ränder des Kokosgewebes



Verstärkung des Kokosgewebes, grobmaschig



Auftriebskörper



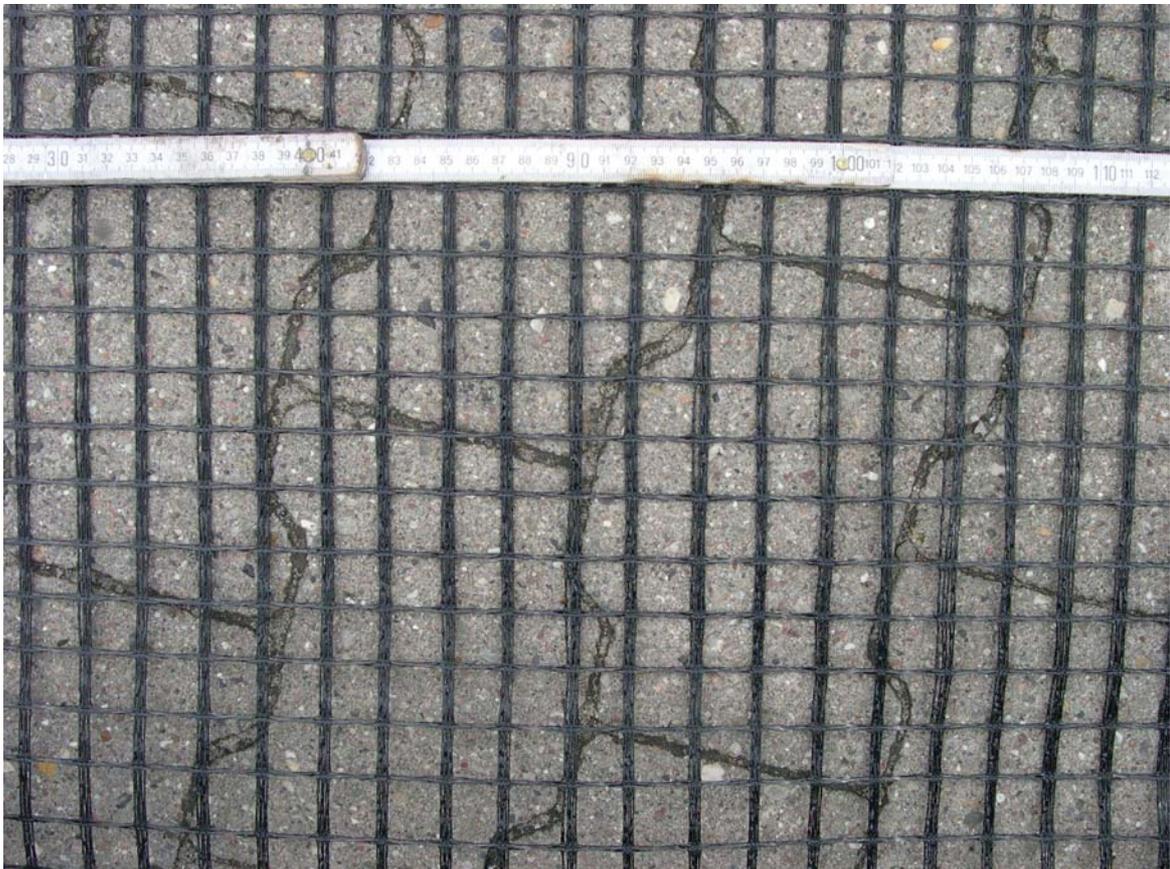
Grundgewicht



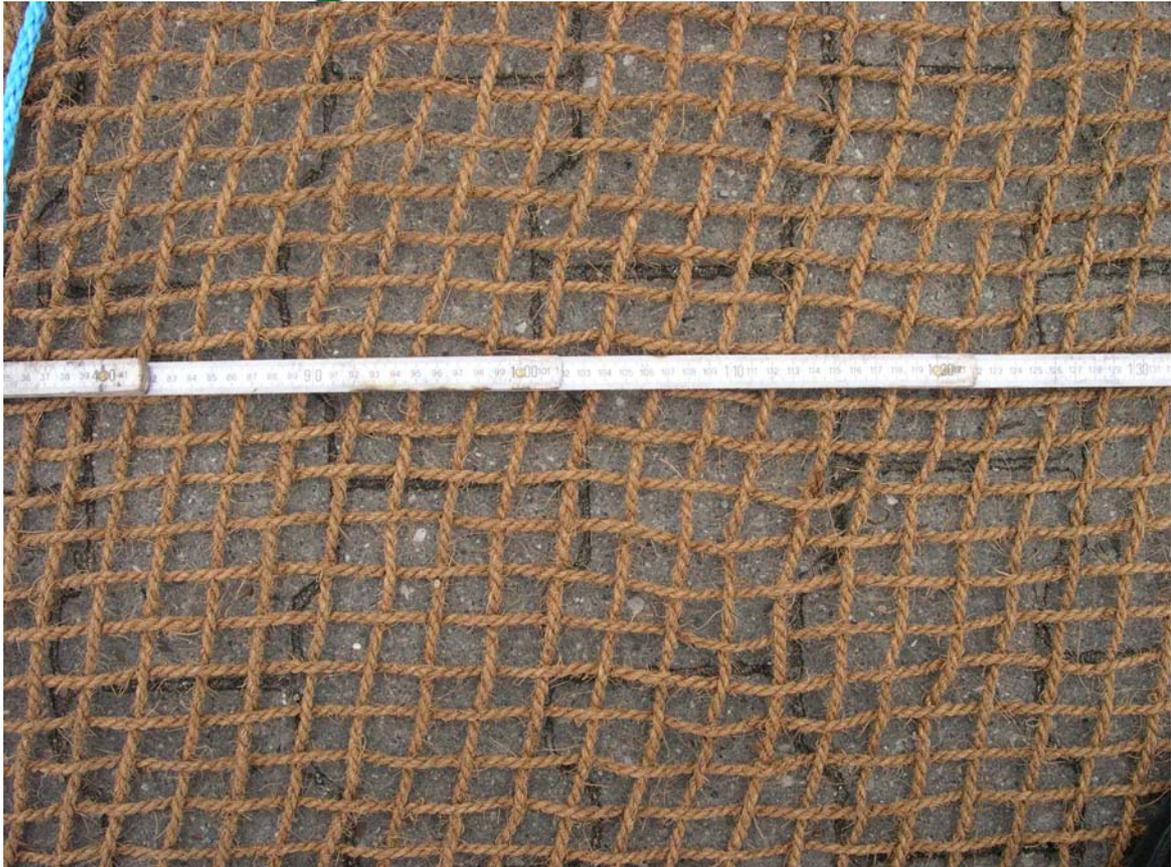
Grundgewicht mit Verbindungsstück



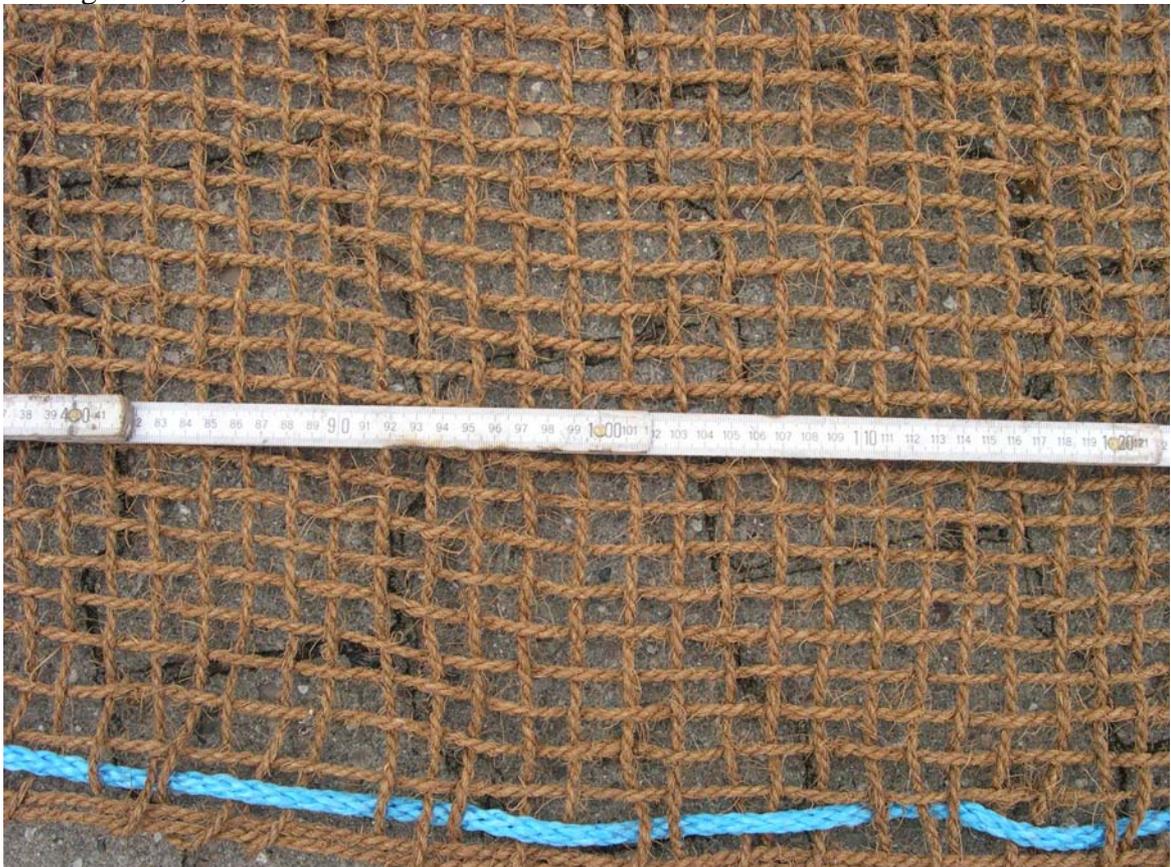
Das Arbeitsboot



Nylongewebe, Maschenweite ca. 2 cm



Kokosgewebe, Maschenweite ca. 2 cm



Kokosgewebe mit Randverstärkung



Befestigung des Auftriebskörpers am Kollektor



Ausbringen des Kollektors



Kollektor vor dem Ausbringen



Dokumentation während der Versuchsphase



Überblick über das Testfeld

Ergebnisse

Nach mehrfacher Kontrolle der Kollektoren im Sommer des Jahres wurde am 11.10.2004 eine abschließende Kontrolle durchgeführt und die Kollektoren geborgen.

Als Ergebnis lässt sich festhalten:

Alle Kollektoren haben den Einsatz einwandfrei überstanden.

Auftriebskörper und Grundbefestigung haben den Versuch unbeschadet überstanden.

Muschelbesiedlung konnte nur auf zwei Kollektoren festgestellt werden. Die übliche Begleitfauna und -flora war auf den Kokoskollektoren gut ausgeprägt. Der spärliche Muschelbesatz wird auf die in diesem Jahr so gut wie nicht vorhandene Brut zurückgeführt. So war nicht nur auf den Kollektoren kaum Brutfall vorhanden, sondern auch im gesamten nordfriesischen Wattenmeer blieb der Brutfall aus.

Aufgrund des geringen Besatzes wurde auch nicht wie ursprünglich geplant, der Kollektor auf das Watt ausgebracht, sondern geborgen.

Als besonders bewuchsfreudig und stabil erwiesen sich die Kokoskollektoren mit ca. 2 cm Maschenweite. Die Nylonkollektoren waren im Sommer zwar gut bewachsen, im Herbst war der Bewuchs jedoch größtenteils wieder verschwunden.



Es wird daher vorgeschlagen, den Versuch im nächsten Jahr mit der sich bewährten Technik und den Kokoskollektoren auch an exponierten Lokalitäten fortzusetzen.



Algen an einer Befestigungsleine



Bewuchs auf einem Kokoskollektor



Kokoskolektor



Kokoskolektor



Nahaufnahme eines Kokoskollectors mit junger Miesmuschel



Nahaufnahme eines Kokoskollectors mit mehreren jungen Miesmuscheln



Anlage I

Literaturauswertung für das Miesmuschelvorhaben*

ASMUS, H. & ASMUS, R. (1998): The role of macrobenthic Communities for sediment-water exchange in the Sylt-Rømø-tidal basin.- *Senckenbergiana marit.* 29(1/6): 111-119.

Muschelbänke wirken dem kontinuierlichen Materialtransport vom sublitoralen Meeresboden ins Wasser entgegen. Der Materialfluß durch Muschelkulturflächen übersteigt den der natürlichen Bänke.

AUSTEN, I. (1992): Geologisch-sedimentologische Kartierung des Königshafens (List/Sylt).- *Meyniana*, 44: 45-52. Kiel.

A. fand bei der Kartierung des Königshafens Sedimente mit hohem Schlickanteilen besonders in der Nähe von Miesmuschelansammlungen und direkt auf den Muschelbänken im Odde-und Möwenbergwatt. Insgesamt ermittelte sie für den Königshafen eine ausgeglichene Sedimentbilanz.

AUSTEN, I. (1995): Die Bedeutung der Fecal Pellets mariner Invertebraten für den Sedimenthaushalt im Sylt-Rømø-Watt.- *Berichte, Forsch.- u. Technologiezentrum Westküste d. Univ. Kiel*, 7, 107 S., 31 Abb., 4 Tab., Büsum.

Untersuchung der Biodeposite im Oberflächensediment und in der Wassersäule: Biodeposite im Watt in erster Linie autochthon. Die Fecal Pellets der Suspensionsfiltrierer von *Mytilus edulis* und *Semibalanus spec.* zerfallen schnell wieder in unspezifische Aggregate bzw. zerbrechen schnell wieder in unregelmäßige Enden. Im Sylter Watt treten nur die Fecal Pellets von *Hydrobia ulvae* und *Heteromastus filiformis* in volumenmäßig relevanten Anteilen am Oberflächensediment auf, da sie eine gewisse Resistenz gegen strömungsbedingte, mechanische Beanspruchung besitzen.

BAYERL, K.-A. (1992): Zur jahreszeitlichen Variabilität der Oberflächensedimente im Sylter Watt nördlich des Hindenburgdammes.- *Berichte, Forsch.- u.*

Technologiezentrum Westküste d. Univ. Kiel, 2, 134 S., 72 Abb., 2 Tab., Büsum. Schlicksedimentation bis zu 5cm zwischen Sommer und Herbst innerhalb einer Miesmuschelbank vor Keitum auf Sylt, bei gleichzeitiger Erosion der Wattoberfläche in Form von kleinen bis zu 10cm tiefen Rinnen durch „kanalisiert“ abfließendes Wasser aus den von kleinen Muschelbänken umgebenen, wannenartigen Bereichen bei Niedrigwasser.

* Es wird nur die Literatur angegeben, die auch Hinweise zur angesprochenen Problematik liefert. Die komplette Liste der ausgewerteten Literatur kann bei den Autoren bei Bedarf angefordert werden. Ebenso können nahezu alle Literaturstücke bei den Autoren als Kopie bezogen werden.



BAYERL, K.-A. & AUSTEN, I. (1994): Vergleich zweier Faziesbereiche im nördlichen Sylter Wattenmeer (Deutsche Bucht) - unter besonderer Berücksichtigung biodepositärer Prozesse.- *Meyniana*, 46: 37-57. Kiel.

Das seltene Vorkommen der Fecal Pellets von *Cerastoderma* und *Mytilus* im Oberflächensediment hängt mit deren schnellen Zerstörung durch mechanische Beanspruchung zusammen. Trotzdem können sie nach DITTMANN (1997) einen wichtigen Beitrag zum Sedimenthaushalt liefern. Erodierte Kotpillen werden als Feinmaterial in strömungsberuhigten Bereichen wie z.B. Miesmuschelbänken wieder sedimentiert und können damit zur Aufhöhung des Watts in Form von rezenten Schlammbiohermen beitragen.

BORCHERT, T. (1998): Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer:

Muschelfischereiprogramm und Monitoring.- - Schriftenr. Schutzgemeinschaft Dt. Nordseeküste e.V., 1: 46-50.

Die in ihrer Fläche stark variierenden und im Untersuchungszeitraum 1989-1993 nur wenige hundert Hektar umfassenden sublitoralen Wildbänke wurden durch Muschelfischerei deutlich vergrößert. Die Anlage von ca. 3000 ha Kulturflächen und die darum entstandenen Sekundärbänke vervielfachten die sublitorale Miesmuschelbiomasse sogar.

Anders als bei eulitoralen Wildbänken werden von Muschelkulturen abgegebene Nährsalze wegen des geringen Algen- bzw. Tangbewuchses nicht wieder innerhalb der Lebensgemeinschaft aufgenommen, sondern ins Wasser freigesetzt. Dadurch können existierende Algenblüten stabilisiert und verlängert werden. Im nordfriesischen Wattenmeer können Muschelkulturen die Stoffflüsse sogar dominieren.

Im März 1997 Unterzeichnung des bis 2006 gültigen Programms zur Bewirtschaftung der Muschelressourcen. Das Programm enthält auch ein Vergrämungsverbot für Meerestenten und anderen Seevögel, die Einführung eines regelmäßigen Bestandsmonitorings und die Installation ausgefeilter Kontrollmechanismen. Monitoringdaten:

- a) Jährliche, flächendeckende Bestandsaufnahme aller eulitoralen Bänke mittels Befliegung,
- b) Lage, ungefähre Ausdehnung und Morphologie der eulitoralen Bänke in Referenzgebieten, Schätzung von Abundanz und Biomasse
- c) Jeweils an 2 Standorten in Referenzgebieten: Kondition als Parameter für die Fortpflanzungsfähigkeit, Erstansiedlung von Muschellarven als Parameter für Brutfall und anfängliche Jahrgangsstärke, Längenfrequenzen als Parameter für Rekrutierung und Altersaufbau,
- d) Schwermetalle usw.

BRINKMAN, A.G., DANKERS, N. & VAN STRAATEN, M. (2002): An analysis of mussel bed habitats in the Dutch Wadden Sea.- *Helgol. Mar. Res.*, 56(3): 59-75. Eulitorale Miesmuschelbänke existieren vornehmlich in Gebieten mit niedriger Wellenwirkung (Orbitalgeschwindigkeit), nicht aber bei sehr niedriger oder hoher Orbitalgeschwindigkeit. Bei Trockenfallzeiten über 50% einer Tide können Muschelbänke kaum entstehen.



- BUSCHBAUM, C. & NEHLS, G. (2003): Effekte der Miesmuschel- und Garnelenfischerei.- In: LOZAN, J.L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz, S. 250-255. (Wissenschaftliche Auswertungen) Hamburg.
- Insgesamt kritische Betrachtung der Miesmuschelfischerei.
- Der gesamte Wasserkörper des Wattenmeeres der Nordsee kann nach DANKERS & KOELEMAIJ (1989) rein rechnerisch von den Miesmuscheln binnen weniger Tage filtriert werden.
- Miesmuschelbänke stellen nach REISE et al. (1993) Katalysatoren im Stoffkreislauf des Wattenmeeres dar, indem sie große Mengen Sauerstoff veratmen und Nährsalze wie Ammonium, Nitrat, Phosphat und Silikat freisetzen, die für die Produktion pflanzlicher Biomasse zur Verfügung stehen.
- Nach NEHLS et al. (1998) konsumieren Vögel im nordfriesischen Wattenmeer pro Jahr bis zu 30% des Miesmuschelbestands.
- Miesmuschelbänke stellen „Inseln der Biodiversität“ im Wattenmeer dar.
- Als Folge der Miesmuschelfischerei auf Wildbänken können nach Beobachtungen im dänischen Wattenmeer deren Bankstrukturen zerstört werden, da eine Weiterbesiedlung nur in Jahren mit starkem Brutfall gewährleistet ist. Bleibt letzterer aus, kann auch die fundamentale Schillunterlage durch Verdriftung und Sedimentation verloren gehen (DOLMER & FRANDBSEN 2002).
- An einigen Standorten im Sublitoral des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres konnten sich einige zur Jungmuschelgewinnung befischte Bänke sogar trotz starken Brutfalls nicht wieder erholen. In anderen Gebieten des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres gibt es auch im Sublitoral stabile Bänke.
- nfolge von Eiswintern kommt es zu hoher Mortalität bei Miesmuscheln durch treibende Eisschollen. Da anschließend stets ein starker Brutfall erfolgt, können sich die Bänke meist erholen.
- im Eulitoral weisen Miesmuschelbänke sehr hohe Muscheldichten auf, aber die Größe der Individuen ist meist kleiner als die der Tiere auf sublitoralen Bänken (BUSCHBAUM & SAIER 2001).
- BUSCHBAUM, C. & SAIER, B. (2003): Ballungszentrum Muschelbank- Biodiversität und nachhaltige Nutzung.- *Biologie in unserer Zeit*, 33(2), 7 S.
- Sehr schöne und in vielerlei Hinsicht zitierbare Beschreibung der Lebensgemeinschaft Miesmuschelbank mit Auswirkungen der aktuellen Miesmuschelfischerei und Vorschlägen zu einem besseren Management derselben (Schema mit 4-Jahresrhythmus):
- Wechselbeziehungen Littorina (nur eulitoral) – Balanoiden – Mytilus. Littorina profitiert beim Trockenfallen von Mytilus und behindert Balanus. Balanus behindert Mytiluswachstum, fördert aber Ansiedlung von Mytiluslarven auf den Altmuschelschalen.
- Littorina lebt gewöhnlich zu Tausenden auf einem Quadratmeter einer eulitoralen Muschelbank. Geringe Schneckendichten, besonders im Sublitoral, und fehlender Weidedruck begünstigen eine seepocken- und damit sehr aufwuchsreiche Muschelbank.
- Haupt-Fressfeinde von Mytilus: Eiderente Silbermöwe Austernfischer (Mensch) sowie Seestern und Strandkrabbe hauptsächlich bei Jungmuscheln im Sublitoral. Letztere fressen im Sublitoral auch Balanus zum Teil und Littorina fast vollständig



auf. Daher gibt es auf sublitoralen Bänken pro Fläche nur halb so viele Muscheln wie im Eulitoral.

Fressfeinde verminderten auf Miesmuschelbank im Königshafen deren Bestand um bis zu 1100t oder 30% pro Jahr, (der natürlicherweise durch Aufwuchs von Jungmuscheln ausgeglichen wird). Für die Sedimentation in Miesmuschelbänken sind hauptsächlich die Pseudofaeces, die unverdaut in den Kiemen aussortiert und wieder ausgestoßen werden wichtig.

Wachstum von *Mytilus* im Eulitoral 3cm in 2 Jahren und von 5cm (Erntegröße) in 2 Jahren im Sublitoral. Ausdehnung der Muschelbänke auf ausgedehnten Wattflächen nur ca. 1%.

Pumpleistung pro Muschel bis zu 15l pro Tag.

Muschelfischerei gibt es seit den 1950er Jahren und findet heute fast ausschließlich auf Kulturflächen im Sublitoral (Ernte alle 2 Jahre) statt (na klar, hier wachsen sie wesentlich schneller zur Erntereife und haben viel weniger Seepocken!). Im Eulitoral weitestgehend verboten, würden die Fischer wenn, dann wohl auch nur zur Jungmuschelgewinnung nutzen.

DANKERS, N. & ZUIDEMA, D.R. (1995): The role of the mussel (*Mytilus edulis* L.) and mussel culture in the Dutch Wadden Sea.- *Estuaries*, 18: 71-80.

Rechnerisch filtrieren Miesmuscheln in einer Woche das gesamte Wasser des Wattenmeeres durch. Phytoplankton-Konsum führt zur Nahrungsverknappung für andere Tiergruppen. Eine Übernutzung eulitoralischer Bänke führte zum Rückgang von Seevögelbeständen. Eulitorale Bänke sollten nicht mehr befischt werden.

DANKERS, N. (1998): Probleme der Muschelfischerei in Holland.- *Schriftenr.*

Schutzgem. Dt. Nordseeküste e.V., 1: 34-45.

Muscellarven haben eine größere Überlebenschance, wenn sie sich zwischen alten Muscheln ansiedeln (MCGRORTY et al. 1990). Nur in Jahren mit ungewöhnlich hohem Brutfall wird sich Muschelbrut auf anderen Substraten in Tidegewässern ansiedeln, u.a. auch auf nacktem Sand (BEUKEMA 1982, DARE 1976). Im holländischen Wattenmeer wurde dies 1987 und 1994 beobachtet.

Nach der Entwicklung zu einer Muschelbank produzieren Miesmuscheln große Mengen an Faeces und Pseudofaeces, die sich unter den Bänken ansammeln. Wenn die Bänke über die Umgebung hinauswachsen, werden sie sehr anfällig gegen Sturmschäden (wie z.B. 1995 nach heftigen Frühjahrsstürmen in NL) und Eiswinter. Nur Bänke, die sich langsam über viele Jahre oder Jahrzehnte entwickelt haben, sind stabil genug. Diese gründen auch auf Pseudofaeces, der durch leere Muschelschalen und Sand verdichtet wird.

Da Larven existierende Bänke bevorzugen, gibt es auf Muschelbänken häufig unterschiedliche Altersgruppen, wodurch die Überlebensfähigkeit verstärkt wird (MCGRORTY et al. 1990).

Muschelkulturnutzung im Wattenmeer entwickelte sich in ab 1949 in den südlichen Niederlanden, etwas später in Niedersachsen und S.-H.

Für die Muschelkulturen sind bei den Fischern halbwüchsige Exemplare (0,5-3cm) besonders beliebt.

Sublitorale Miesmuschelbänke können sehr alt werden (MCGRORTY et al. 1990, DANKERS & KOELEMAIJ 1989, OBERT & MICHAELIS 1991).

Einige Muschelzüchter bevorzugen Saat von sublitoralen Gebieten.



Muscheln eulitoraler Bänke haben erheblich dickere Schalen als nicht trockenfallende (CADEE 1990, DANKERS et al. in Vorb.).

Wenn der Fraßdruck durch Räuber hoch ist, entwickeln sich Muschelbänke zwar langsamer, sind aber vergleichsweise stabil, da leere Schalen gute Ansiedlungsbedingungen für Muschellarven bilden, die wiederum zwischen Klumpen älterer Muscheln hohe Überlebenschancen besitzen (MCGRORTY et al. 1990). Langsam wachsende Bänke können für Jahre überleben, auch wenn die Lebensdauer der Individuen durch Fraßdruck kürzer ist.

Muschelbänke regulieren unter natürlichen Umständen ihr Überleben selbst. DANKERS (1993) spricht daher von einem sich langsam fortpflanzenden „Superorganismus“ mit einer niedrigen Sterblichkeitsrate. Auch nach Beschädigung durch Eis blieben häufig genügend Fragmente der Muschelbänke für Neuansiedlungen zurück.

Beim zukünftigen Muschelfischerei-Management in den Niederlanden wird viel Wert darauf gelegt, die Möglichkeiten für die künftige Entwicklung von erwachsenen Muschelbänken zu schaffen. Sollte diese Politik erfolgreich sein, werden neue Bänke entstehen und einige von diesen werden sich in stabile Bänke entwickeln. Diese werden über die sie umgebenden Wattgebiete hinausragen und Nahrung für Vögel sowie Schutz für eine Vielzahl von Organismen bieten. Sie werden in ihrer Nähe Schlick und organisches Material anreichern und hiermit bessere Bedingungen für eine größere Vielfalt von Organismen in der weiteren Umgebung dieser Bänke bereitstellen.

DOLMER, P. & FRANDBSEN, R.P. (2002): Evaluation of the Danish mussel fishery: suggestions for an ecosystem management approach.- *Helgol. Mar. Res.*, 56(3): 13-20.

Zur dänischen Miesmuschelfischerei. Aus dem Limfjord werden jährlich 80.000-100.000t Wild-Miesmuscheln angelandet. Es wird vorgeschlagen, Muschelbänke erst dann „auszudünnen“, wenn die Tiere eine gute Qualität erreicht haben. Muscheln von schlechten Anwachsgründen sollten zu besseren transportiert werden. Einige Gebiete sollten gesperrt werden.

FIGGE, K., KÖSTER, R., THIEL, H. & WIELAND, P. (1980): Schlickuntersuchung im Wattenmeer der Deutschen Bucht; Zwischenbericht über ein Forschungsprojekt des KFKIs.- *Die Küste*, 35: 187-204. Heide/Holst. (Boyens & Co).

Vieles über Einfluß von Organismen (von Bakterien bis Makrofauna) auf das Sediment, sogar mit Zahlenwerten für Biodeposition pro m², aber leider überhaupt nichts über *Mytilus*. Ansonsten die bei uns bis heute gebräuchliche Klassifizierung der Wattsedimente

FLEMMING, B.W. & DELAFONTAINE, M.T. (1994): Biodeposition in a juvenile mussel bed of the east frisian Wadden Sea (Southern North Sea).- *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 28 (3-4): 289-297.

Detaillierte Untersuchung zur Biodeposition einer kleinen, einjährigen Miesmuschelbank, die nach starkem Brutfall im Sommer 1991 entstanden war, im Rückseitenwatt von Spieckeroog zwischen September 1992 und Februar 1993. Auf einer 12m² großen Testfläche in dieser Bank wurden von einem fest installierten Gerüst aus mit Kamera und Theodolit im September, Oktober, Dezember und Februar Vermessungen vorgenommen. Zwischen September und Oktober wurde eine



Sedimentationsrate von 0,56mm pro Tag ermittelt. Auch zuvor war die Sedimentbilanz in der Umgebung der Bank positiv. Zwischen den weiteren Vermessungen im Winter herrschte dagegen Erosion von gut 1mm pro Tag vor. Allerdings war es in diesem Winter ungewöhnlich stürmisch, gefolgt von einer dreiwöchigen Frostperiode im Januar mit Vereisung des Wattenmeeres. Danach war die gesamte Muschelbank wieder zerstört. Dazu einige gewagte Interpretationen und Modelle zu Jahreszyklen in der Sedimentologie in fossilen Ablagerungen. Im ostfriesischen Wattenmeer wurden Miesmuschelbänke vor 1950 bis zu 180 cm hoch (LINKE 1954), heute werden sie durch veränderte hydrodynamische Rahmenbedingungen kaum höher als 50cm.

GAST, R. (1980): Die Sedimente der Meldorfer Bucht (Deutsche Bucht): Ihre Sedimentpetrographie und Besiedlung, Typisierung und Schwermetallgehalte.- Diss. Univ. Kiel, 262 S. Kiel.
In Meldorfer Bucht nur vereinzelt Miesmuschelbänke auf der großen mittleren Plate und auf dem Bielshövensand.

GOSLING, E. (1992)[ed.]: The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture.- 589 S., (Elsevier) Amsterdam.
Standardwerk zur Miesmuschel.

HAGENA, W. (1992): Herz- und Miesmuschelfischerei aus der Sicht der niedersächsischen Fischereiverwaltung.- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 47-49.
Anfang der 1950er Jahre brach der Miesmuschelbestand in Niedersachsen durch die Parasitierung der Muschel mit Copepoden (Ruderfußkrebs *Mytilicola intestinalis*) fast völlig zusammen. Die Miesmuscheln stellten sich darauf ein und erholten sich Ende der 1950er Jahre wieder. Tabelle der Fänge und Erlöse in der Miesmuschelfischerei in Niedersachsen seit 1949.

HERLYN, M. & MILLAT, G. (2000): Decline of the intertidal blue mussel (*Mytilus edulis*) stock at the coast of Lower Saxonia (Wadden Sea) and influence of mussel fishery on the development of young mussel beds. – *Hydrobiologia*, 426: 203-210.
Eulitorale Miesmuschelbänke sind im Niedersächsischen Wattenmeer von 51 km² in 1975 über 27 km² um 1990 auf 13 km² in 1994 und 1,7 km² in 1996, zurückgegangen. Dies entspricht einem Verlust über 96% in 21 Jahren. 1995 wurden die Auswirkungen der Befischung auf junge eulitorale Miesmuschelbänke untersucht. 7 von 8 befischten Bänken verschwanden nahezu vollständig, während alle 12 unbefischten Bänke fortexistierten. Die Zerstörung der Bänke durch Fischerei war nur zum kleineren Teil der direkten Entnahme von Muscheln zuzuschreiben. Haupteffekt war die Beschädigung der Bankstruktur und infolgedessen die Abnahme der Widerstandsfähigkeit gegenüber Stürmen.

HERLYN, M. & MILLAT, G. (200?): Erfassung und Dokumentation des Miesmuschelbestandes der niedersächsischen Watten sowie Untersuchung und Bewertung alternativer Methoden zur Saatmuschelgewinnung (in Vorbereitung bei WWF)
Im Jahr nach der Ansiedlung waren von 14 befischten Bänken 11 nicht mehr oder nur in Resten vorhanden, von 15 unbefischten war es nur eine.



- HILGERLOH, G., HERLYN, M. & MICHAELIS, H. (1997): The influence of predation by herring gulls *Larus argentatus* and oystercatcher *Haematopus ostralegus* on a newly established mussel *Mytilus edulis* bed in autumn and winter. – Helgol. Meeresunters. 51: 173-189.
Silbermöwen und Austernfischer konsumierten 10% der Anzahl und 16% der Biomasse auf einer neuen, ca. 2ha großen Miesmuschelbank im Niedersächsischen Wattenmeer.
- HOFFMANN, D. & HIGELKE, B. (1980): Verteilung und Dynamik der jungen Wattsedimente um Pellworm, Nordfriesland.- Meyniana, 32: 73-85. Kiel.
Entwicklung des Prieleinzugsgebiets Östliches Rummelloch seit 1634. Viele Karten: Oberflächensedimente, Sedimentations- und Erosionsgebiete in verschiedenen Zeitskalen
- IWERSEN, J. (1943): Zur bodenkundlichen Kartierung des nordfriesischen Wattengebietes. Westküste, Kriegsheft: 47-71. Heide/Holst. (Boyens & Co.).
Zusammenfassung der bodenkundlichen Kartierungen 1935-1939 im Wattgebiet zwischen Eiderstedt und Hindenburgdamm. Bodenkundliche Karte des Watts.
- JESSEN, W. (1932): Die postdiluviale Entwicklung Amrums und seine subfossilen und rezenten Muschelpflaster.- Diss. Univ. Halle-Wittenberg, 69 S., 8 T., 7 Abb.
Östlich von Amrum siedeln im schlickigen Bereich an den Rändern der Priele zwischen Tang auf weiten Flächen *Mytilus* zusammen mit vor allem *Littorina* und *Hydrobia*, die er auch immer wieder in fossilen Muschelpflastern gemeinsam fand. Wo eine andere Anheftungsmöglichkeit fehlt, heften sich die Miesmuscheln aneinander fest und ballen sich so zu großen Klumpen zusammen.
Dazu beleuchtet J. fossile Muschelpflaster des Muschelkalks aktuogeologisch. Einige schöne, allerdings kleine Photos.
- KÖSTER, R. (1981): Geologisches Gutachten zu den geplanten Küstenschutzmaßnahmen im südlichen nordfriesischen Wattenmeer.- Schriftenr. d. Landesreg. Schl.- Hol., 12: 89-131. Kiel.
Nichts direkt verwertbares zum Thema aber wie PARTENSKY im selben Bericht sehr detailliert und gebietsweise als Nachschlagewerk für Sedimentation und Erosion geeignet.
- KÖSTER, R. (1991): Entstehung und künftige Entwicklung des deutschen Wattenmeeres.- In: PROKOSCH, P., et al. [eds.]: The Common Future of the Wadden Sea, 53-61. Husum.
In NF verlandete vor 2500-3000 Jahren ein erstes Wattenmeer durch Regression und seine Ablagerungen wurden von Torf überdeckt. Dann Besiedlung, Warftbau und ab dem 11. Jhd. Beginn des Deichbaus und Abbau der Torfdecke zur Salzgewinnung. Als im Laufe des 13. Jhds. Die Bedeichung der gesamten Nordseeküste weitgehend abgeschlossen war, konnte dadurch der Tidenhub in den verbliebenen Prielen und in den Flüssen steigen. Dann schwere Sturmflutkatastrophen 1362 und 1634 mit der Zerstückelung der Insel Alt-Nordstrand.



Schluff- und Tonanteile >60% sind im Wattenmeer selten und treten, abgesehen von Brackwasserbedingungen in Ästuaren, nur in wenigen Gebieten mit größerer flächenhafter Verbreitung auf, beispielsweise in der Umgebung von Muschelbänken. Ein besonders schwerwiegendes Problem bei der zukünftigen Entwicklung des Wattenmeeres ist die ringförmige Umströmung von Inseln, in Pellworm schon fortgeschritten entwickelt, in einem früheren Stadium um Föhr. Die einseitig gerichtete Asymmetrie durch das Überwiegen des Flutstroms im S und des Ebbstroms im N (in beiden Fällen) führt zu weitreichenden Umgestaltungen, die weitere Veränderungen nach sich ziehen und wiederum Anlaß für erneute Eingriffe des Menschen in das Naturgeschehen sein können. Als Reaktion auf Meeresspiegelanstieg, Treibhauseffekt, Aufsteilung der Gezeitenkurve und Zunahme von Stürmen. Dadurch wird die Erosion in den Gezeitenrinnen weiter zunehmen und die Sedimentation in ufernahen Bereichen dem Wasserstand folgen. Die ufernahe Sedimentation erfolgt dabei zu Lasten anderer Regionen des Wattenmeeres.

KÖSTER, R., AUSTEN, G., AUSTEN, I., BAYERL, K.-A. & RICKLEFS, K. (1995):

Sylter Wattenmeer Austauschprozesse.- Abschlußbericht, Teilprojekt: Sedimentation, Erosion und Biodeposition, 88 S., 125 Abb., 8 Tab. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel- Forschungs- und Technologiezentrum Westküste in Büsum (unveröff.).

Nichts zu Miesmuscheln, Sedimentkarte und Strömungsgeschehen zwischen Hindenburgdamm und Römödamm.

KÖSTER, R. (1998): Wattsedimente.- In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas Wattenmeer, Bd I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 40-41. (Ulmer-Verlag) Stuttgart.

Wattsedimente Nordfrieslands (1975) nach Satellitenbild aus PRÖBER (1982) und der Meldorfer Bucht (1978) vermutlich nach GAST (1980) oder GAST et al. (1984).

LENZ, M. (1998): Verteidigungsmechanismen der Miesmuschel *Mytilus edulis* gegen Aufwuchs.- Dipl.-Arb. Inst. für Polarökologie und Zoolog. Univ Kiel, 52 S. (unveröff.).

Es sind Mechanismen gegen den Bewuchs von z.B. *Balanus* gemeint. Bis 3cm Größe halten die Miesmuscheln ihre Schale u.a. mit dem Fuß sauber. Es gibt noch andere Möglichkeiten, aber zu speziell für das Thema.

LILJELUND, K. & BERGHAIN, R. (1981): Gutachten zur Fischereibiologie der Nordstrander Bucht.- Schriftenr. d. Landesreg. Schl.- Hol., 12: 251-312. Kiel.

Karte mit Miesmuschelkulturen im Husumer Fischereiraum (S. 292): Rummelloch/Norderhever, Dwarsloch und Süderhever nördlich Eiderstedt (südöstlich Nordstrand). Möglicherweise bedeuten Kleckse weitere Miesmuschelvorkommen (nicht in Legende ausgewiesen). Karsten Reise soll in dem ausführlichen Gutachten eine Karte mit Miesmuschelvorkommen zeigen (Abb. 15).

LINKE, O. (1954): Die Bedeutung der Miesmuscheln für die Landgewinnung im Wattenmeer.- Natur u. Volk 84: 253-261.

In FLEMMING & DELAFONTAINE zitiert: Miesmuschelbänke wurden im ostfriesischen Wattenmeer bis zu 1,8 m hoch.



- MANZENRIEDER, H. (1983): Die biologische Verfestigung von Wattflächen aus der Sicht des Ingenieurs.- Mitt. Leichtweiss Inst., 79: 135-193. Braunschweig. Filtrierer tragen durch ihre Ausscheidungsprodukte zur Sedimentbildung bei. Ansonsten hat er hauptsächlich die Verfestigung durch Mikroorganismen betrachtet. Darstellung der biologischen Stabilisierung im Shields-Diagramm: Biogene Verfestigung durchschnittlich 300%, maximal über 800%
Die Sedimentstabilisierung durch Miesmuschelbänke an der Niedrigwasserlinie geschieht in ähnlicher Weise, aber selbstverständlich in einer anderer Größenordnung, wie durch vergossene Rauhideckwerke im technischen Küstenschutz (mit 2 kleinen Fotos).
- MEIXNER, R. (1992): Erkenntnisse der Fischereiforschung.- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 47-49.
Tabelle der Muschelanlandungen an der deutschen Nordseeküste seit 1941 (alle Muscheln).
Kieselalgen und Flagellaten Hauptnahrung für Muscheln, nur Flagellaten nahmen durch Eutrophierung zu, Kieselalgenbestand konstant in der Nordsee
- MICHAELIS, H. (1992): Veränderungen des Miesmuschelbestandes im niedersächsischen Wattenmeer.- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 16-25.
Statistiken zu Miesmuschelbeständen in Niedersachsen nach 1949. Damals fast 1000 Hektar Miesmuschelbänke. 1951 dann Tiefstand von 210 Hektar, durch eine damals weit verbreitete Seuche. Autor sucht nach Erklärungen für die späteren Schwankungen. Einmal kritisiert er die Daten aus Befreiungen ohne „Bodenkontrolle“ (Kartierung).
M. macht das zunehmende Auftreten von Phaeocystis, die die Miesmuscheln als Nahrung nicht bevorzugen, auf Kosten der bevorzugten Kieselalgen, die sommerlichen Massenvermehrungen von Grünalgen und die starke Zunahme der muschelfressenden Vögel neben erhöhter Muschelfischerei für den Rückgang von Mytilus im Hausgarten bei Norderney in den 1990ern verantwortlich. Zuvor hatten die strengen Eiswinter zwischen 1985 und 1987 eine 4km lange eulitorale Muschelbank südlich Norderney vollkommen zerstört.
- NEHLS, G. (1990): Bestand, Jahresrhythmus und Nahrungsökologie der Eiderente *Somateria mollissima*, L. 1758, im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer.- Dipl.-Arb. Univ. Kiel, 84 S.
Karte der Miesmuschelverbreitung im schleswig-holsteinischen Wattenmeer von 1989. Die Herzmuschel stellt mit etwa 75% die Hauptnahrung der Eiderente dar. Fast der gesamte Rest entfällt auf die Miesmuschel.
- NEHLS, G. & RUTH, M. (1994): Eiderenten und Muschelfischerei im Wattenmeer – ist eine friedliche Koexistenz möglich?- Arb. Dt. Fisch.-Verb., 60: 82-111.
Muschelkulturen liefern 10-20% der Nahrung für Eiderenten. Bis zu 60% der Enten hält sich an Kulturen auf. Der Wegfraß durch Eiderenten hat keinen meßbaren Einfluß auf die Muschelerträge.



NEHLS, G., HERTZLER, I., C. & SCHEIFFARTH, G. (1997): Stable mussel *Mytilus edulis* beds in the Wadden Sea – They are just for birds.- Helgol. Meeresunters., 51(3): 361-372.

Die Populationsdynamik der Miesmuschel im Wattenmeer wird durch unregelmäßigen Brutfall und hohe Sterblichkeit durch Stürme und Eiswinter gekennzeichnet (DANKERS & KOELEMAIJ, 1989, BEUKEMA et al., 1993, NEHLS & THIEL, 1993). Der hohen zeitlichen Variabilität steht eine gewisse Konstanz in der Verbreitung gegenüber, da sich Miesmuschelbänke an den gleichen Standorten wiederbilden (DANKERS & KOELEMAIJ, 1989, OBERT & MICHAELIS, 1991, NEHLS & THIEL, 1993).

Nutzung der Miesmuscheln als Nahrung durch Vögel nach Größe und Menge pro Jahr im Königshafen (zusammen 32% der Biomasse):

Eiderente 28-53 mm, 346g/m²

Austernfischer 32-55 mm, 28g/m²

Silbermöwe 15-40 mm, 3,6g/m² (Trockengewicht ohne Schale).

NEHLS, G. (1999): Miesmuschelmonitoring im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 1998. Bericht im Auftrag des NPA, 57 S. (unveröff.).

1998 wurden 67 von 142 bis dahin bekannten Standorten von Miesmuschelbänken auf trockenfallenden Wattflächen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer im Gelände kartiert. Ihr Flächenanteil betrug in Nordfriesland etwa 600ha und damit nur noch ein Fünftel gegenüber dem Maximum zwischen 1988-1989 in RUTH (1998). 1996 hat es überall einen starken Brutfall gegeben.

NEHLS, G. (2000): Miesmuschelmonitoring im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 1999.- Bericht im Auftrag des NPA, 58 S. (unveröff.)

1999 wurden 156 Standorte auf trockenfallenden Wattflächen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer beobachtet, die zumindest teilweise mit Miesmuschelbänken besetzt sind. Ihr Flächenanteil betrug in Nordfriesland etwa 1000ha. Es gab in diesem Jahr starken Brutfall, und besonders im Abschnitt Norderhever/Rummelloch viele neue Bänke, z.T. auch auf ungünstigem Substrat.

NEHLS, G. (2001): Miesmuschelmonitoring im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2000.- Bericht im Auftrag des NPA, 55 S., (unveröff.)

2000 wurden 156 Standorte auf trockenfallenden Wattflächen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer beobachtet, die zumindest teilweise mit Miesmuschelbänken besetzt sind. Ihr Flächenanteil betrug in Nordfriesland etwa 800ha. Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies eine (orkanbedingte) Abnahme. An vier sublitoralen Standorten kamen auch ältere Kohorten vor, was auf Stabilität dieser Bänke hindeutet. Das Orkantief „Anatol“ vom 5.12.1999 bewirkte besonders im Bereich Norderhever/Rummelloch die Erosion vieler Bänke (Rückgang der Miesmuschelbänke um 1/3). Westlich Pellworm kam es zum Totalverlust von zwei 1999 neu entstandenen Bänken. Nennenswerter Brutfall fand nur im Nordteil des nordfriesischen Wattenmeeres und nur im Frühling statt.

NEHLS, G. (2002): Miesmuschelmonitoring 2001 im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer.- Bericht im Auftrag des NPA, 52 S. (unveröff.)

2001 wurden 158 Standorte auf trockenfallenden Wattflächen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer beobachtet, die zumindest teilweise mit



Miesmuschelbänken besetzt sind. Ihr Flächenanteil betrug in Nordfriesland etwa 940ha. Leichte Zunahme, aber immer noch deutlich weniger als bei RUTH (1998) mit 3000ha im Jahr 1989 als Maximum. Wegen der methodischen Unterschiede soll dieser Wert anhand von Luftbilddauswertungen der 1989er Befliegung demnächst überprüft werden. Ein flächenhafter Brutfall erfolgte 2001 nicht. 2001 war der spärliche Brutfall im Frühjahr am wichtigsten für den Erhalt der Bänke. Mit einer Fläche von von 240ha befindet sich ein großer Anteil der eulitoralen Miesmuschelbänke des nordfriesischen Wattenmeeres zwischen Amrum und Föhr. Im Sylter Watt nördlich des Hindenburgdammes ist der Flächenanteil der eulitoralen Miesmuschelbänke mit einer Fläche von zusammen 250 ha ebenfalls vergleichsweise hoch.

2001 ergaben sich zum Teil beträchtliche Differenzen zwischen der GPS-Vermessung im Watt und der Luftbilddauswertung (besonders bei Bänken bei Sylt und Amrum). Dabei waren die Flächen einzelner Miesmuschelbänke nach der Luftbilddauswertung deutlich kleiner.

NEHLS & THIEL (1993): Large-scale distribution patterns of the mussel *Mytilus edulis* in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein: do storms structure the ecosystem?- Neth. J. Sea Res., 31(2): 181-187.

Beobachteten ein sehr ähnliches räumliches Verteilungsmuster bei den Auswirkungen von schweren Stürmen auf die Miesmuscheln im Winter 1989/90 (ebenfalls nach Luftbilddauswertungen) wie STRASSER et al. 2001.

Im extremen Eiswinter 1984/85 lag die direkte Sterberate von *Mytilus* durch Temperatureinwirkung im Deutschen Wattenmeer nach OBERT & MICHAELIS (1991) bei 34%.

Mytilus kann verglichen mit *Cerastoderma*, *Mya* und *Macoma* frostige Temperaturen am besten erdulden (THEEDE 1965).

Im niederländischen Wattenmeer war die Sterblichkeitsrate von *Mytilus* nach strengen Eiswintern vergleichsweise gering. *Mytilus* wird dort als winterharte Spezies betrachtet (BEUKEMA 1990).

Nach dem strengsten Eiswinter des vergangenen Jahrhunderts, 1946/47, war *Mytilus* nahezu vollständig aus dem ostfriesischen Wattenmeer verschwunden.

2 Karten mit Miesmuschelvorkommen („Clustern“) vor und nach dem Eiswinter 1995/1996: (eigene Anm.: Die Vorkommen eulitoraler Miesmuschelansammlungen stimmen sehr gut mit den von PLATH (1943) aus den 1930ern überein!!). Die Beeinträchtigung der Miesmuscheln nahm von N (Sylt) nach S (Eiderstedt) deutlich zu.

Die Detailuntersuchungen im Königshafen zeigten, dass die Auswirkungen des Eiswinters auf *Mytilus*bänke im geschützten, lange trockenfallenden Möwenbergwatt deutlich größer war als im näher zur Hauptrinne gelegenen Oddewatt.

NOMMENSEN, B. (1982): Die Sedimente des südlichen Nordfriesischen Wattenmeeres: Ergebnisse geologisch-sedimentologischer Untersuchungen an pleistozänen und holozänen Sedimenten und an Schwebstoffen der Gezeitenströme.- Diss. Univ. Kiel, 268 S. Kiel.

*Mytilus*bänke zwischen Nordstrand und Gröde kartiert. *Mytilus* siedelt bevorzugt auf festem Grund und in Gebieten mit starker Strömung, häufig in Prielnähe. Sie binden Schwebstoffe als Pseudofaeces und tragen zur Schlicksedimentation bei. Zusätzlich sammeln sich zwischen den durch Byssusfäden verbundenen Muscheln weitere Sinkstoffe an.



Große Bänke finden sich nördlich und östlich von Habel und am Rand der Norderhever. Alle Vorkommen befinden sich in Bereichen mit kräftiger Erosion, wo sie auch durch die starke Wasserbewegung vor dem „Ertrinken“ im selbst produzierten Schlick bewahrt werden.. Als Haftgrund. dienen bei Habel Klei und Torf, am Rande der Norderhever verfestigter Schlick.

Weiteres kleines Vorkommen nördlich des Pohnhalligkooges auf festem Klei in einem Erosionsgebiet.

Zahlreiche Einzelexemplare beiderseits der Holmer Fähre lassen eine starke Dezimierung des Bestandes während des harten Eiswinters 1978/79 vermuten.

OBERT, B. & MICHAELIS, H. (1991): History and ecology of the mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the catchment area of a Wadden Sea tidal inlet. In: ELLIOTT, M. & DUCROTOY, J.-P. [eds.] Estuaries and coasts: spatial and temporal intercomparisons ECSA19 Symposium, pp. 185-194. (Olsen and Olsen) Fredensborg.

Untersuchung an Miesmuschelbänken im Rückseitenwatt von Norderney 1949-1987. Dem härtesten Eiswinter 1946/47 folgte ungewöhnlich starker Brutfall im Frühjahr 1947. Bis 1949 erreichten die Miesmuschelbänke ihre größte Flächenausdehnung in Niedersachsen von zusammen 970 ha. Bis 1951 Reduzierung der Fläche auf 210 ha. Dafür wurden zunächst Parasiten (Copepoden) als Ursache angesehen. Nach LAUCKNER (1983) wird diese Auffassung nicht länger akzeptiert, da DETHLEFSEN (1972 und 1974) sowie WACHTER (1979) bei Miesmuscheln sehr viel höhere Abundanzen dieser Parasiten als seinerzeit fanden und die Miesmuscheln trotzdem in bester Kondition waren. Die Ursache der hohen Mortalität 1951 in Niedersachsen gilt nunmehr als unbekannt.

In manchen Jahren wurde von o.g. Autoren auch ein anderer Miesmuschelparasit gefunden (der Trematode *Polydora ciliata*). Die Muscheln der Wildbänke im Wattenmeer waren weniger befallen als die auf künstlichen Hartgründen.

Die Verbreitung der Muschelbänke hinter Norderney variiert im Betrachtungszeitraum stark, bis eine große Muschelbank, an der seit 1976 Dauerbeobachtungen der Forschungsstelle stattfanden, 1987 vollständig verschwand. Als mögliche Ursache wird ein Zusammenwirken von drei negativen Faktoren angeführt: 1. Verstärkte Miesmuschelfischerei, 2. 3 Eiswinter hintereinander, 3. Starke Zunahme der Eiderente in der Region. Sie und andere Vögel haben vermutlich die wenigen Muscheln, die die Fischerei und die Eiswinter überlebt hatten, schließlich gefressen, um den harten Winter überleben zu können.

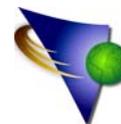
OSTENDORFF, E. (1943): Die Grund- und Bodenverhältnisse der Watten zwischen Sylt und Eiderstedt.- Westküste, Kriegsheft: 1-6. Heide/ Holst. (Boyens & Co.). O. kartierte 1937 das Gebiet zwischen Eiderstedt und Hindenburgdamm und liefert Bodenkundliche Karte des Wattgebiets mit Pleistozän und Geologischen Profilen.

PETERSEN-ANDRESEN, W. (1998): Miesmuschel – muß diese häufige Tierart geschützt werden?- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 21-33.

Vorschläge zur naturverträglichen Saatmuschelgewinnung:
Jungmuschelvermehrung in echten Zuchtbetrieben.

Jungmuschelgewinnung durch Ausbringen geeigneten Anheftungsmaterials.

Die von Kulturen abgefischten Muscheln sollten sortiert und kleine Exemplare als Saatmuscheln genutzt werden.



Unter Muschelbänken befindet sich eine bis zu 50cm starke Schlickschicht, die bei der Muschelfischerei größtenteils aufgewirbelt wird und benachbarte Biotope beeinträchtigen kann. Auch nach dem Abfischen der Muscheln wird von den Fischern bei stärkerer Strömung häufig absichtlich weiter gekurrt, um die Kulturflächen für die Saatmuscheln zu präparieren.

Autor bringt Jahre starken Algenwachstums bis hin zur Bildung von schwarzen Flecken mit in diesen Jahren sehr starken Miesmuschelanlandungen (1991, 1992 und 1996) in Verbindung.

PIERSMA, T. & KOOLHAAS, A. (1997): Shorebirds, shellfish(eries) and sediment around Griend, western Wadden Sea, 1988-1996. Single large-scale exploitative events lead to long-term changes of the intertidal birds-benthos community.- NIOZ-Report, 7: 114 pp.

Nach intensiver Befischung 1988-1990 haben sich Muschelbänke von *Mytilus*, *Cerastoderma*, *Mya* und *Macoma* (Plattm.) in exponierter Lage bis 1996 nicht wieder erholt. Muschelbiomasse war dramatisch gesunken.

Durch Fischerei-Aktivität auf Mies- und Herzmuscheln nahmen grobe Sedimente durch Erosion der feinkörnigen Anteile zu. Damit verbunden nahmen die Plattmuscheln und auch Vögel, die sich gar nicht von den befischten Muschelbänken ernähren ab. So sanken die Knuttbestände auf ein Drittel ab. (Anm.: woanders steht geschrieben, das Knutts sehr wohl kleine Miesmuscheln fressen).

PLATH, M. (1943): Die biologische Bestandsaufnahme als Verfahren zur Kennzeichnung der Wattsedimente und die Kartierung der nordfriesischen Watten.- Westküste, Kriegsheft: 7-46. Heide/Holst. (Boyens & Co.).

Biologische Kartierung des Wattgebiets zwischen Eiderstedt und Hindenburgdamm im Zeitraum 1936-1937 mit Karte.

Miesmuschelvorkommen hauptsächlich östlich Amrum bzw. südwestlich Föhr, südlich Langeness, östlich Pellworm.

Kleinere Vorkommen zwischen Habel und Gröde, nördlich der Hamburger Hallig, nördlich und südlich von Nordstrand.

PULFRICH, A. (1995): Reproduction and recruitment in Schleswig Holstein Waddensea edible mussel (*Mytilus edule* L.) populations. - Thesis Inst. f. Meeresk. Christian-Albrechts-Univ. Kiel, 150 S.

Im NF-Wattenmeer 1990-1993: Planktische Stationen an drei Positionen: Hörnumtief nahe Hörnumodde, Norderaue nahe Wittdün und Süderaue nördlich Japsand.

Die Gesamtbiomasse der Miesmuscheln im schleswig-holsteinischen Wattenmeer liegt recht konstant bei 200.000t.

Reproduktion, Abundanz von Larven und Rekrutierung von Larven der Miesmuschel sind sehr unregelmäßig bis zufällig im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer (1990-1993). Die Laichaktivität und damit der Brutfall findet das ganze Jahr über statt mit Maxima im Frühsommer und Herbst. Wie hoch der Erfolg bei der Weiterentwicklung ist, hängt von vielen biologischen und physikalischen Faktoren sowie von der Beschaffenheit des Untergrunds ab.

Die Wechselbeziehungen von lokalen Bedingungen wie Temperatur, Nahrungsangebot und Höhenlage des Untergrunds sowie Wachstum, Kondition (Verfassung) und Reproduktionsprozesse sind komplex und daher nicht



vorhersagbar. Vieles ist demnach bei der Rekrutierung der Muschelbrut vom Zufall bestimmt.

Die Larvendichte im S.-H. Wattenmeer war im Untersuchungszeitraum (1990-1993) klein im Verhältnis zu anderen Wattgebieten der Nordsee, aber Miesmuschellarven sind kontinuierlich vorhanden.

Ein Zusammenhang von hoher Larvendichte und der Entstehung einer Miesmuschelbank ist fraglich.

Kollektoren sind in solchen Gebieten am erfolgreichsten, wo natürliche Ansiedlungsbedingungen wie Substrat, Vorkommen von fädigen Algen oder Hydroidpolypen und Muschelbrut vorhanden sind. (Es wurden auch Gebiete festgestellt, in denen alle obigen Bedingungen günstig, aber keine oder sehr wenig Miesmuschellarven vorhanden waren).

Verbreitung der Muschelbrut und Abundanz von Larven sind im S.H.-Wattenmeer im Frühling und Frühsommer höher als im Herbst.

Die Muschelbrut wird im Herbst durch sinkende Temperaturen in der Entwicklung gehemmt, kann aber überwintern und steht, da auch die Fressfeinde im Winter stark abnehmen, mit steigenden Temperaturen im Frühjahr zur Verfügung. Sie entwickelt sich schnell zu Larven, bevor auch die Fressfeinde der Larven wieder zunehmen.

Miesmuschellarven heften sich bevorzugt in Gebieten mit Strömungsgeschwindigkeiten $< 0,5$ m/s (CHIPPERFIELD 1953, VERWEY 1952, VAKETY 1989) oder im Lee von Hindernissen an (z.B. Bojen).

(Dazu Versuche mit kleinen Kollektoren, um Larven für weitere Untersuchungen einzufangen. Detailliert ausgewertet fürs Vorhaben zu speziell).

PULFRICH, A. (1997): Seasonal variation in the occurrence of plantic bivalve larvae in Schleswig-Holstein Wadden Sea.- Helgol. Meeresunters., 51: 23-39.

Untersuchungen 1990-1993 an drei Positionen (s.o.): Hörnumtief nahe Hörnummodde, Norderaue nahe Wittdün und Süderaue nördlich Japsand.

Mytilus repräsentiert die nach den Soleniden (Ensis) zweitgrößte Gruppe in Artenspektrum der planktonischen Muschellarven. Jährliche Anzahl der Mytiluslarven blieb im Untersuchungszeitraum stabil. Regionale Unterschiede sowie Unterschiede zwischen Flut- und Ebbstrom in der Muschellarvendichte waren vernachlässigbar klein.

Es bestand eine enge Korrelation zwischen Spitzen der Muschellarvenanzahl und Zeiträumen der Phytoplanktonblüten. Die planktische Muschellarven waren zwischen $200\mu\text{m}$ und $300\mu\text{m}$ groß.

Die meisten Muschellarven stammten von den lokalen Bänken, aber auch Importe aus anderen Gebieten konnten festgestellt werden.

RAGUTZKI, G. (1978a): Die Wattsedimente im Einzugsbereich des Norderneyer Seegatts.- Jber. 1977, Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz, 29: 205-224.

Norderney.

Sedimentkarte mit Miesmuschelbänken

REINECK, H.-E. [Hrsg.] (1982): Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum.- 3. Aufl. 185 S. Frankfurt a. M. (W. Kramer).

Lebensraum von Mytilus ist das Mischwatt.

Mytilus heftet sich meist auf dichten Siedlungen von Jung-Cardien an. Diese werden dadurch ihrer Lebensgrundlage beraubt (SCHÄFER 1970). Die so eingefangenen



Tiere werden mit den anhaftenden Miesmuscheln von der Strömung auf den Wattflächen herumgetrieben. (eigene Anmerkung: Häufig hängen auch noch Grünalgen und/oder Fucus mit dran). An günstigen Orten können so Bildungszentren für Miesmuschelbänke entstehen. Die weitaus größte Zahl wird aber einsedimentiert und geht nach kurzer Zeit zugrunde.

Mytilus, Balanus und Littorina (?) sind an die Existenz von Hartböden, wie z.B. leere Muschelklappen gebunden.

Junggut von Mytilus besiedelt häufig das Zosteretum.

REISE, K. (1981): Gutachten zur Bodenfauna im Gebiet der Nordstrander Bucht.- Schriftenr. d. Landesreg. Schl.-Hol., 12: 237-249. Kiel.

Miesmuschelbänke liegen im Untersuchungsgebiet in Bereichen mit vorherrschender mittlerer Erosionstendenz. Der Einzugsbereich der Holmer Fähre weist die größten Miesmuschelvorkommen auf. Nach dem Eiswinter 1978/79 befand sich nur noch südlich der Hallig Habel ein nennenswerter Bestand.

Dafür traten flächendeckend außerordentlich zahlreiche Jungmuschelvorkommen aller Arten im Sommer nach dem Eiswinter auf.

REISE, K., LACKSCHEWITZ, D. & BAYERL, K.-A. (1998): Verteilung der Wattbiotope im Lister Tidebecken.- In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas Wattenmeer, Bd. I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 136-137. (Ulmer-Verlag) Stuttgart.

u.a. Kartierung der Miesmuschelbänke zwischen Hindenburg- und Rømøddamm als Biotop-Typ. Im Text: Miesmuschelbänke wirken im unteren Wattbereich erosionshemmend, Seegrasswiesen im mittleren und oberen. Die Muscheln fördern die Sedimentation sowohl als Filtrierer als auch durch ihren Strömungswiderstand, besonders wenn die miteinander versponnenen Individuen mit dem Blasentang (*Fucus vesiculosus*) bewachsen sind, was im Lister Tidebecken zu etwa 50% der Fall ist. Miesmuschelbänke haben die 25fache Biomasse des übrigen Wattbodens und sind die artenreichste Lebensgemeinschaft im Wattenmeer.

REISE, K. & DIEDERICH, S. (2003): Der ökologische Preis importierter Arten.- In:

LOZAN, J.L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz, S. 306-308. (Wissenschaftliche Auswertungen) Hamburg.

Zum Problem importierter Arten in die Nordsee.

Austernlarven der pazifischen Auster siedeln sich bevorzugt auf Miesmuschelbänken des unteren Eulitorals an (REISE 1998).

Die Austern kommen außer auf Miesmuschelbänken auch verstreut im Eulitoral vor und sind an allen Hartsubstraten zu finden.

Auf einer Miesmuschelbank in der Nähe der Austernkultur bei List/Sylt stieg die mittlere Siedlungsdichte der Austern von 8 Individuen pro m² in 1995 auf 83 Individuen pro m² in 2002 an. Die viel größeren Austern sind häufig miteinander verkittet und verwandeln so allmählich die Muschelbank in ein Austerriff.

RUTH, M. (1991): Muschelfischerei im Wattenmeer.- In: PROKOSCH, P. et al. [eds.]: The Common Future of the Wadden Sea – Technical Report, 281-290 pp. Husum.

Im Wattenmeer sind, wie nach Eiswintern erforscht, Elternbestandsgröße und Größe des Nachwuchsjahrgangs bei Muscheln (allgemein) negativ korreliert. Die



Muschelfischerei erzeugt auf den natürlichen Brutfallplätzen „Eiswinterbedingungen“ und durch kulturbegleitende Maßnahmen einen unnatürlich hohen sublitoralen Bestand.

Über einige ökologische Auswirkungen der Muschelfischerei wie Eingriff in Parasit-Wirt- Gleichgewichte, Nahrungskonkurrenz zwischen *Mytilus* und anderen Filtrierern sowie Auswirkungen auf den Genpool durch veränderte Selektionsbedingungen ist wenig bekannt.

Der begrenzende Faktor der Miesmuschelanlandungen wird auch in D, wie schon in NL, mittelfristig die Verfügbarkeit an filtrierbarer Nahrung sein. (eigene Anm.: Bei Testfeldern in der Nähe von Kulturen wären neue eulitorale Bänke also Nahrungskonkurrenten für die Kulturen!)

Parasiten-Epidemien können ein Risiko für die Muschelfischerei darstellen. (Eigene Anm.: ob das für Herz- oder Miesmuscheln oder für beide gilt, geht nicht aus dem Text hervor).

RUTH, M. (1992): Miesmuschelfischerei im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Ein Beispiel für die Problematik einer Fischerei im Nationalpark.- Schriftenr.

Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 26-46.

Differenzierung der Miesmuschelbänke nach Exposition in drei Gruppen:

- Bänke an Prielrändern (stabil)
- Bänke auf Platen (instabil)
- Sublitorale Bänke (instabil)

(Zur Stabilität bzw. Dynamik der Sorten teile ich RUTHs Ausführungen nicht bei den Bänken auf Platen als allgemeingültig. Die Definition ist aber ohnehin in viele Richtungen interpretierbar. Im Sylter Rückseitenwatt waren diese Bänke, denen er nur 2 Jahre Überleben zugesteht, jedenfalls zwischen 1988 und 1994 ziemlich stabil bis auf Eiswinter und Muschelfischerei (siehe Diplomarbeit WULF 1992)).

Sonst weitgehender Persilschein für die Muschelfischerei.

RUTH, M. (1993): Miesmuschelfischerei im Wattenmeer: Situation und Auswirkungen.- Wattenmeer International, 3/93: 5-7.

Sehr muschelfischereifreundlicher Artikel. Alle Argumente wie in nahezu allen RUTH-Artikeln. Hier sehr kurz und knapp wenig Fakten. Graphik mit Anlandungen NL bis DK 1965-1992 und ein Photo mit Schneise der Verwüstung in eulitoraler Bank (immerhin!).

RUTH, M. & ASMUS, H. (1994): Muscheln: Biologie, Bänke, Fischerei und Kulturen.- In: LOZAN, J. L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus dem Wattenmeer, S. 122-132. (Blackwell Wissenschafts-Verlag) Berlin.

Allgemeines zur Muschelfischerei auf verschiedene Arten im Wattenmeer der Nordsee.

Zur Miesmuschel:

Mehrere Laichvorgänge zwischen Frühjahr und Herbst.

Entwicklungsdauer der planktonischen Larven variiert von einigen Wochen bis zu mehreren Monaten.

Nach erster Ansiedlung an fädigen Strukturen ist eine Abfolge von mehrfachem Loslassen, Verdriften und Wiederansiedlung an anderer Stelle möglich.

Bänke im Sublitoral sind durch Wegfraß der Räuber kurzlebig, wenn kein weiterer Brutfall erfolgt.



Bänke im Eulitoral sind durch geringere Wegfraßrate langlebiger. Stürme und Eisgang reduzieren zwar die von Muscheln bedeckte Fläche, die Bänke bleiben aber meist erhalten und bieten Seevögeln eine vergleichsweise reichhaltige Nahrungsquelle.

Graphik der Miesmuschelanlandungen zwischen den Niederlanden und Dänemark nach Regionen zwischen 1965 und 1995.

In S.-H. gibt es derzeit 8 Lizenzen, hier 1992 mit 42000t größte Anlandung. Minimale Anlandungsgröße 50 mm, Kulturfläche 2800 ha.

Bei der Miesmuschelfischerei gibt es zwei Nutzungsstrategien: 1) pulse-fishing (Niederlande): kurzfristig höchstmöglicher Ertrag, dann zur nächsten Muschelbank, 2) Dauerertragsstrategie durch Bestandsmanagement (Schleswig-Holstein).

Zur Bedeutung der Miesmuschelbänke für das Ökosystem:

Dichte Muschelbänke wirken sedimentstabilisierend.

Bänke mit einer über mehrere Jahre relativ ungestörten Entwicklung finden sich vor allem im Eulitoral.

Muscheln ernähren sich hauptsächlich vom Phytoplankton. Sie können nur an solchen Stellen langfristig gedeihen, in denen die Nahrungszufuhr ausreicht, um ungestörtes Wachstum und Entwicklung zu ermöglichen.

Durch den Filtrationsvorgang und der damit verbundenen Ausscheidung der unverdaulichen verdauten Bestandteile (Pseudofaeces und Faeces) werden große Mengen von Feststoffen im bzw. auf dem Sediment des Wattenmeeres abgelagert, die ohne Anwesenheit von Muscheln nur in ruhigen Bereichen sedimentieren, oder aber aus dem Wattenmeer in die Nordsee heraustransportiert würden.

Die natürlichen Siedlungsgebiete der Muscheln liegen im Eulitoral meist in Bereichen mit geringer Strömung und Turbulenz.

Freißfeinde:

Auf trockenengefallenen Bänken: Knutts (nur Jungmuscheln unter 20mm), Austernfischer, Silbermöwen und Rabenkrähen (auch Individuen über 40mm)

Bei Wasserbedeckung : Eiderenten (5mm-40mm) mit dem größten Anteil am Wegfraß.

RUTH, M. (1998a): Miesmuschelbänke. – In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas Wattenmeer, Bd. I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 98-99. (Ulmer-Verlag) Stuttgart.

Vorkommen und Lebensweise der Miesmuschel: Karte der trockenfallenden Miesmuschelbänke Nordfrieslands nördlich Eiderstedt zwischen 1989 und 1993, besonders detailliert zwischen Amrum und Föhr.

(eigene Anmerkung: die ausgedehnten Muschelbänke in der Keitumer Bucht sind ihm offensichtlich entgangen, obwohl er in dieser Zeit dort war!! Daher zweifle ich ein wenig an der Zuverlässigkeit der Kartierung, was die Fläche außerhalb Amrums angeht).

Im Text: „Miesmuschelbänke sind in weiten Wattenmeerbereichen ein landschaftsprägendes Element. Sie bilden sich, wenn an einem Standort mit geeignetem Ansiedlungssubstrat (wasserbedeckte, feine fädige Strukturen wie Algen oder Hydroidpolypen) die larvale Ansiedlungsrate höher ist als die lokale natürliche Sterblichkeit, z.B. durch Wegfraß, bzw. wenn bereits angesiedelte Muscheln durch Strömung an einen geeigneten Standort verdriftet werden.“



Abiotische Sterblichkeitsfaktoren sind in erster Linie die Sturmwirkung und zweitens die Eisbildung im Wattenmeer, beide hauptsächlich im Eulitoral mit Verdriftung der Muscheln an ungeeignete Standorte. Daher liegen fast alle stabileren eulitoralen Miesmuschelbänke im Westwindlee der Inseln, Halligen und Außensände. Die Bänke im Lee von Amrum existierten alle schon 1958 (Anm.: und auch schon bei JESSEN 1932).

„Wichtigster biotischer Sterblichkeitsfaktor ist Wegfraß. Bis auf den ausschließlich im Sublitoral auftretenden Seestern können alle bedeutenden Räuber (Eiderenten, Austernfischer, Möwen, Strandkrabben) Miesmuscheln wegen der zunehmenden Schalendicke nur bis zu einer bestimmten Größe fressen.“

RUTH, M. (1998b): Miesmuschelfischerei. – In: LANDESAMT f. d. NATIONALPARK SCHLESWIG-HOLSTEINISCHES WATTENMEER [Hrsg.]: Umweltatlas Wattenmeer, Bd. I: Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer, S. 170-171. (Ulmer-Verlag) Stuttgart.

Miesmuschelfischerei 1989-1993. Sie basiert im wesentlichen auf Nutzung der Kulturflächen (ca. 3000ha) im Sublitoral. Im Untersuchungszeitraum wurden noch eulitorale Bänke, hauptsächlich zur Besatzfischerei der Kulturflächen genutzt. Seit 1996 dürfen eulitorale Bänke nicht mehr befischt werden. Heverstrom mit Ausnahme des Jahres 1994, als hier besonders viele Besatzmuscheln geholt wurden, von sehr untergeordneter Bedeutung. Hauptnutzungsgebiete zwischen 1989 und 1993 waren die Watteinzugsgebiete von Hörnum-/Vortrapptief und Lister Tief.

RUTH, M. (1998c): Untersuchungen zur Biologie und Fischerei von Miesmuscheln im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer.- Teilbericht zum Forschungsvorhaben 10802085/01, Ökosystemforschung Wattenmeer, Teilvorhaben Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 330 S.- Berlin, Umweltbundesamt. In diesem Abschlußbericht u.a. Katalog aller von ihm 1989-1993 kartierten Bänke mit Koordinaten.

RUTH, M. (1998d): Zukunft der Miesmuschelfischerei im schleswig-holsteinischen Wattenmeer – Ausgleich zwischen Ökologie und Ökonomie?- Schriftenr. Schutzgem. Dt. Nordseeküste, 1: 9-17.

Auf Miesmuschelkulturflächen ist die natürliche Sterblichkeit der Muscheln geringer als auf den natürlichen Standorten. Eine Überfischung bei Miesmuscheln und pazifischen Austern ist nicht zu erwarten, da diese schnell wachsen, früh geschlechtsreif werden und ein außerordentlich hohes Fortpflanzungspotenzial besitzen.

Sechs der acht Lizenzen zur Miesmuschelfischerei liefen 1996 aus, wurden aber unter neuen Bedingungen verlängert. Miesmuschelkulturflächen dürfen nun nach LfischG nicht im Eulitoral und nur noch in 7% der Kernzone (Zone 1) des Nationalparks angelegt werden. Damit ist mit einem Rückgang der Besatzmuskelmengen von etwa 25% zu rechnen.

Die Miesmuschelkulturfläche wird zum 31.12.1999 auf 2400 ha, zum 31.12.2002 auf 2200 ha und zum 31.12.2006 auf 2000 ha reduziert. Die Betriebe müssen versuchen, diese Einschränkungen durch optimierte Verwendung der Besatzmuscheln zu kompensieren. Ob dies gelingt, ist nicht absehbar.



Für die Marikulturanlagen des verbleibenden Austernkulturbetriebs verbleiben 30 ha. Mit dieser Maßnahme wird jegliche Expansionsmöglichkeit für die Austernwirtschaft blockiert.

Bislang zahlten die Miesmuschelfischerei-Betriebe für die Fangerlaubnis 100 DM pro Jahr und 100 DM pro angefangene 10 ha Kulturfläche und Jahr, zusammen ca. 30.000 DM im Jahr, davon 240.000 DM für Monitorarbeiten der Naturschutzbehörden sowie 220.000 DM für die Management- und Verwaltungsaufgaben der Fischereibehörden.

Das Mindestmaß für angelandete Miesmuscheln von 5cm wird ersetzt durch eine Mindestverweildauer der Miesmuscheln auf den Kulturflächen von minimal 10 Monaten. Dazu werden „Blackbox“-Systeme auf den Kuttern eingerichtet, die eine Kontrolle ermöglichen.

SAIER, B. (2001): Ecological comparison of intertidal and subtidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the Wadden Sea.- Diss. Univ. Hamburg, 164 pp.

U.a.: Eulitorale und sublitorale Bänke unterscheiden sich in ihrer Ökologie. Daß im Nationalpark schleswig-holsteinisches Wattenmeer nur eulitorale Bänke geschützt sind, dürfte keine weise Management-Entscheidung sein.

SAIER, B. (2002): Subtidal and intertidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the wadden Sea: diversity differences of associated epifauna.- Helgol. Mar. Res., 56: 44-50.

Muschelbänke im Sublitoral besitzen höhere Artendiversität, Artendichten und Artenanzahl als im Eulitoral. Deshalb ebenso, wenn nicht noch mehr schutzwürdig als eulitorale Bänke.

SAIER, B., BUSCHBAUM, C. & REISE, K. (2002): Subtidal mussel beds in the Wadden Sea: threatened oases of biodiversity.- Wadden Sea Newsletter 2002(1): 12-14.

Plädoyer dafür, auch sublitorale Miesmuschelbänke unter Schutz zu stellen. Nach Aussterben der Europäischen Austern(-bänke) und der Sabellariariffe sind Miesmuschelbänke die letzte natürliche Hartboden-Gemeinschaft (“hard-bottom community”) in den tieferen Bereichen des Wattenmeeres.

Seepocken können die Rekrutierung von Muschelbrut bis zu 20-fach erhöhen, behindern andererseits das Wachstum der Alt-Muscheln.

SCHÄFER, W. (1970): Aktuopaläontologische Beobachtungen. 9. Faunenwechsel.- Senckenbergiana marit., 2: 85-101. Frankfurt a.M. (W. Kramer).

*Mytilus*larven siedeln häufig auf von Stürmen zusammengespülten jungen Cerastodermas. C. sterben ab, M. entwickeln sich zur Bank, wächst durch eigene Kotabgabe bis 40 cm über die Wattoberfläche (SCHWARZ 1932) und verwandelt Sandwatt in Schlickwatt. Nach etwa 10 Jahren sterben die M., die meist nur einem Jahrgang angehören, nach und nach ab (wenn keine Rekrutierung von Muschelbrut erfolgt), der Schlick wird wieder erodiert, und junge C.'s siedeln sich an gleicher Stelle wieder an usw., wie am Leitdamm des Jadebusens über 12 Jahre beobachtet. M. siedelt nicht auf jeder Schillart, die Larven sind wählerisch. Beobachtet wurde die Ansiedlung auf C.-, Scrobicularia- und Mytilusschill. Myaschill wird dagegen nicht zur Ansiedlung genutzt!



SCHLAUCH, J. (1999): Entwicklung und Struktur der deutschen Molluskenfischerei und – kultur im trilateralen Vergleich mit Dänemark und den Niederlanden.- Bamberger Wirtschaftsgeogr. Arb., 10, 217 S.

Ausführlicher Teil zur Miesmuschelfischerei in D, NL und DK. Biologie der Miesmuschel gut zusammengefaßt aus diversen RUTH-Artikeln, den er für den allergrößten Molluskenspezialisten hält. Viele Abbildungen und Statistiken zur Muschelfischerei in den genannten Ländern. Interessanterweise auch vom MLR ausgewiesene Kulturflächen mit Koordinaten.

SCHÜMER, K. (o.J.): Die Geschichte der Sylter Auster. Broschüre, Dittmeyers Austern Compagnie, 9 pp. List auf Sylt.

Um 1870 gab es 47 Austernbänke mit ca. 1800 ha zwischen den Inseln Röm, Sylt, Amrum und Föhr. Die lagen in etwa 7m Tiefe.

SCHÜRMAN, A. (1998): Bestand und Biomasse der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.) im Königshafen unter Berücksichtigung verschiedener Muschelbankstrukturen.- Dipl.- Arb. Rheinisch-Westfälische TH Aachen, 89 pp.

U.a.: Muschelflächen an der Niedrigwasserlinie ohne Fucus-Bewuchs zeigten die höchsten Biomassewerte.

SCHULZ, B. (1937): Die deutsche Nordsee, ihre Küste und Inseln, 2. Aufl. Monographien zur Erdkunde Bd. 39, 127 S. (Velhagen und Klasing) Bielefeld und Leipzig.

Kleine Karten von Miesmuschelbänken Ostfrieslands und deren Nutzung als Dünger (!) bzw., Nahrung mit Jahreserntemenge. Kleine Karte von sublitoralen Austernbänken Nordfrieslands nach HAGMEIER(????). (Europäische) Austern können keinen Frost vertragen und sind im Eulitoral im Winter nicht überlebensfähig!

SCHWARZ, A. (1932): Der tierische Einfluß auf die Meeressedimente (besonders auf die Beziehung zwischen Frachtung, Ablagerung und Zusammensetzung von Wattedimenten).- Senckenbergiana, 14: 118-159, Frankfurt/M.

Die Wattbewohner tragen durch Biodeposition wesentlich zur Sedimentation von Feinmaterial in Gebieten bei, wo letztere sonst mechanisch nicht zur Ablagerung kommen würden. Miesmuschelarven siedeln in NF (Langeness, Habel, Südfall) bevorzugt auf Torf oder altem Klei, besonders an Stellen, wo Schiffe kleine Furchen hinterlassen haben. Auch nach Stürmen zusammengespülte Cardien, die sich nicht rechtzeitig eingegraben konnten, werden häufig als Siedlungssubstrat genutzt. Freigelegte Myakolonien werden dagegen nicht von *Mytilus* besiedelt. Die jungen Miesmuscheln „fangen“ vorbeitreibenden Schill ein und integrieren ihn in die Bank. Die Bänke wachsen auf, indem sich die Individuen mit ihrem beweglichen Fuß an die Oberfläche der selbst produzierten Schlickablagerungen wühlen. Dabei verlagert sich die Bank häufig auch mit der Hauptströmungsrichtung horizontal und bildet so asymmetrische Hügel.

Dazu sehr viel über andere sedimentbeeinflussende Wattbewohner, mit detaillierten Beschreibungen.

SIEFERT, W., FAHSE, H., MIEßNER, F., RICHTER, H.-H., TAUBERT, A. & WIELAND, P. (1980): Die Strömungsverhältnisse vor der Westküste Schleswig-



Holsteins – Ergebnisse eines KFKI-Meßprogramms.- Die Küste, 35: 147-186.
Heide/Holst. (Boyens & Co.).

Karten über Restströme und Strömungsgeschwindigkeiten bei Ebbe und Flut im
Untersuchungsgebiet.

SPRUNG, M. (1980): Das Frühjahrswachstum der Miesmuschel (*Mytilus edulis* L.) bei
kontinuierlicher und diskontinuierlicher Nahrungszufuhr im Freiland-Biotop und
unter Laborbedingungen.-Dipl.-Arb. Univ. Kiel, 82 S. (unveröff.).
Weitgehend physiologische Laborexperimente auf Helgoland. Es geht u.a. darum, ob
und wie Miesmuscheln zum Abbläichen stimuliert werden können (Konditionierung).
Jahreszyklus der Miesmuschel nach SEED (1975):
Neuentwicklung der Gonaden im Oktober und November (ab 1cm Individuengröße).
Die Gametogenese vollzieht sich den Winter über bis zum nächsten Frühjahr.
Während des Frühjahrs wird teilweise schon abgelaicht.
Die Hauptabbläichzeit liegt im frühen Sommer mit vollständigem Entleeren der
Gonaden im Juli/August.
Bis zum Oktober verdickt sich der Mantel durch Einlagerung von Reservestoffen.

SPRUNG, M. (1983): Untersuchungen zum Energiebudget der Larven der Miesmuschel
(*Mytilus edulis* L.). Diss. Univ. Kiel, 146 S.
Sehr viel physiologisches zur *Mytilus*larve nach Laboruntersuchungen in der BAH
Helgoland. Im Detail zu speziell. Interessant ist die Larvenentwicklung:
Meist getrenntgeschlechtliche Miesmuscheln geben ihre Gameten ins Wasser ab.
Nach der Befruchtung entwickelt sich aus dem Ei innerhalb weniger Stunden eine
Wimpernlarve.
Nach dem Trochophora-Stadium bildet sie ein Velum und eine Schalendrüse aus:
Veliger-Stadium. Die Drüse produziert eine D-förmige Schale von 100-120µm
Länge. Bis hier verläuft die Entwicklung auf Kosten der dem Ei mitgegebenen
Nahrungsreserven.
Danach beginnt die Larve mit Hilfe des Velums zu fressen und verliert durch
Zuwachsringe ihre D-Form: Veliconcha-Stadium.
Ab ca. 270µm Schalenlänge bildet die Larve einen funktionsfähigen Fuß aus:
Pederaliger-Stadium. Der Pederaliger kann schwimmen und kriechen. Bis zu einer
Größe von 360µm kann er im Plankton bleiben, bis er auf einem geeigneten Substrat
zum Bodenleben übergeht und die Metamorphose vollzieht.
Bei der Metamorphose kommt es u.a. zur Übernahme der Fressfunktion durch die
neugebildeten Kiemen, zur Sekretion von Byssusfäden und zur Neuorientierung der
Organe in der Mantelhöhle (BAYNE 1976).

STOCK, M. et al. (1996): Ökosystemforschung Wattenmeer – Sythesebericht:
Grundlagen für einen Nationalparkplan.- Schriftenreihe des Nationalparks
Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 8, 784 S.
Karten der Miesmuschelvorkommen im Eulitoral 1989-1994, vermutlich nach
RUTH, und der Miesmuschelkulturflächen im gesamten Schleswig-Holsteinischen
Wattenmeer.
Der Text dürfte im wesentlichen von RUTH stammen (irgendwie schon mal
gelesen). Muschelbänke:



Für sublitorale Miesmuschelbänke kommen hauptsächlich Bereiche mit hydrographischen Fronten und Wirbeln in Frage. So liegen viele Bänke in Bereichen für die im Strömungsmodell Wirbel berechnet wurden (DICK 1987).

Die Besiedlung von höheren eulitoral Standorten scheint innerhalb kurzer Zeit zu erfolgen. So bildeten sich 1987, 1991 und 1993 an mehreren Stellen Miesmuschelbänke aus, an denen zuvor nur einzelne Miesmuschelaggregate anzutreffen waren. Die Bildung der Bänke war von der Verfügbarkeit geeigneter Ansiedlungssubstrate in bei Niedrigwasser strömungsarmen Restwasserflächen, wie z.B. in Gebieten mit starker Seegrassbesiedlung abhängig. Die sich bildende Miesmuschelbank überwuchs in der Folgezeit die gesamte Fläche (RUTH 1994c). Durch das Muschelwachstum und die Ablagerung von Schlick erhöhte sich das Niveau der Bank und die Restwasserflächen gingen zurück. Dadurch reduzierte sich die weitere Rekrutierung von Muschelbrut auf der Bank.

Im unteren Gezeitenbereich erstreckten sich die Miesmuschelbänke zumeist von den Prielrändern bis zum Übergang in den flachen Platenbereich. Deren höhere Stabilität gegenüber den Bänken im höheren Eulitoral konnte auf mehrere Standortfaktoren zurückgeführt werden:

1. Versorgung mit Plankton.
2. Geringere Trockenfallzeit vermindert Festfrieren von Muscheln an Eisschollen. Außerdem ist bei Eisgang die mechanische Beanspruchung des Untergrunds geringer.
3. Die Muscheln liegen meist auf festem Untergrund auf, da die Strömung hier die Faeces und Pseudofaeces abtransportiert. Dadurch können sich die Muscheln an Hartgründen festhalten und werden bei Stürmen nicht vom Untergrund oder aus ihrem Verband gelöst, wie ihre Artgenossen in den flachen, schlickigen Platenbereichen der Rückseitenwatten (RUTH 1994c) (Anm.: nur da ist die Wirkung der Stürme viel geringer!!!, also schwaches Argument).

Beständige eulitorale Miesmuschelbänke stellen ein sekundäres Hartsubstrat im Wattenmeer für die Ansiedlung vieler Arten dar (Seepocken, Hydroidpolypen wie *Laomedea spec.* und Aktiniden).

Miesmuscheln bilden durch ihre Filtrieraktivität je nach Standort dicke Lagen biogenen Schlammes aus, die von weiterem Makrozoobenthosorganismen besiedelt sind. ASMUS (1987) gibt bis zu 41 Arten an.

Miesmuschelfischerei:

Derzeit 8 Fangfahrzeuge, 35m lang, Laderäume 100-150t, Tiefgang leer 0,7-1,3m, voll 1,8-2,6m. Motoren 300-600 PS. Fischer sind in einem Verband in Wyk auf Föhr organisiert.

Sehr eingehende Beschreibung der Miesmuschelfischerei von 1989 bis 1993. Sich selbst erklärende Graphiken zu Fangmengen im eulitoral und Sublitoral, Kulturqualitäten nach Prielsystemen aufgliedert etc. (Anm.: sehr gut verwendbar, ein Detail: Fangmengen im Eulitoral in Hever (11000t) und Rummelloch (6000t) waren nicht gerade gering).

STRASSER, M. (2000): Rekrutierungsmuster ausgewählter Wattfauna nach unterschiedlich strengen Wintern.- Ber. Polar- und Meeresforsch., 377, 127 S. Konzentrierte sich bei seinen Untersuchungen von 1996-1998 im Sylter Watt hauptsächlich auf *Cerastoderma*, *Macoma*, *Mya* und *Lanice* sowie *Carcinus*. Bei seinen Untersuchungen der planktischen Larven auch *Mytilus* mit erwähnt. Die hohe



Rekrutierung von *Cerastoderma* und *Mytilus* direkt nach Eiswinter 1995/96 war nicht auf erhöhte Anzahl an Larven in der Wassersäule im darauffolgenden Frühjahr zurückzuführen. Ursache war vielmehr das um mehrere Wochen verspätete und verminderte Auftreten von *Carcinus*-Nachwuchs nach Eiswintern. Die epibenthische Predation steuert offensichtlich den Ansiedlungserfolg von *Cerastoderma*, aber auch von *Mytilus*.

Die *Janice*-Population, die wie *Cerastoderma* auch durch Eiswinter nahezu vollständig zerstört wurde, brauchte zwei weitere Jahre zur Erholung.

STRASSER, M., REINWALD, T. & REISE, K. (2001): Differential effects of the severe winter of 1995/96 on the intertidal bivalves *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria* in the Northern Wadden Sea.- Helgol. Mar. Res., 55: 190-197.

Nach Luftbildauswertungen im Gebiet zwischen Eiderstedt und Römö und Detailuntersuchungen im Königshafen:

Im Winter 1995/96 wurden die u.a. *Mytilus*-Bänke im Gezeitenbereich des Wattenmeeres stark durch Eisschollen dezimiert.

Der Grad der Zerstörung der eulitoralischen Bänke hängt hauptsächlich von der Dauer und Stärke der Eisbedeckung ab, weniger von der Temperatur, die sich andererseits als bestimmender Faktor für die Mortalität Herzmuscheln erwiesen hat. In Gebieten mit großen Anteilen an trockenfallenden Flächen und geringerer Salinität war die Mortalität der Miesmuscheln am höchsten.

THIEL, H., GROSSMANN, M. SPYCHALA, H. (1984): Quantitative Erhebung über die Makrofauna in einem Testfeld im Büsumer Watt und Abschätzung ihrer Auswirkung auf den Sedimentverband.- Die Küste, 40: 259-314. Heide/Holst. (Boyens & Co.). Einzelne Arten der Makrofauna verändern das Sediment deutlich (besonders in Zeitskalen von Tagen und Wochen).

Ansonsten sehr viel über den Einfluß von Makrobenthos (Flora und Fauna) auf das Sediment im Büsumer Watt, besonders detailliert über: *Hydrobia*, *Cerastoderma*, *Macoma*, *Mya*, *Nereis*, *Pygospio*, *Heteromastus*, *Arenicola*, Diatomeen und Grünalgen sowie *Zostera*, aber leider nichts über *Mytilus*, da nicht vorhanden.

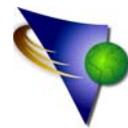
Allerdings ein Verweis für andere Gebiete: *Mytilus edulis* kann umfangreiche Muschelbänke bilden, in denen sich Schlick ansammelt. In fischereilichen Kulturen zu lockeren Verbänden ausgesät trägt sie großflächig zur Biodeposition bei.

WALTER, U. & LIEBEZEIT, G. (2001): Nachhaltige Miesmuschel-Anzucht im niedersächsischen Wattenmeer durch die Besiedlung natürlicher und künstlicher Substrate, Abschlußbericht der ersten Projektphase, 98 S.- Wilhelmshaven, Forschungszentrum Terramare.

Sehr schöne Beschreibung zur Biologie der Miesmuscheln. Die Art und Weise, Muschelbrut in den Prielen auf Kollektoren zu sammeln, erscheint als kostengünstige Alternative, Jungmuscheln für die Ansiedlung im Eulitoral zu gewinnen.

(Eindrucksvolles Farbphoto mit bewachsenem Kollektor in schlechter Qualität)
Folgerungen: (alle Angaben ohne direkt anschließende starke Vereisung des Wattenmeeres im nachfolgenden Winter)

Kollektoren sollten vor der ersten Algenblüte im April/Mai in der Wassersäule ausgebracht sein, da mit Anstieg der Wassertemperaturen und dem steigenden Nahrungsangebot die Konzentration der Muschellarven in der Wassersäule ein Maximum erreicht.



Am besten waren geeignet Matten, dann Fransen, dann Quertaue. Hölzer und Netze waren weniger geeignet, feste Scheiben an den Tonnen ungeeignet.

Nennenswerter Larvenanteil in der Wassersäule nur zwischen Mai und September. Problem bzw. Lücke: Der Frühjahrsgipfel beim Brutfall kann (aus bisher unbekanntem Gründen?) ganz ausbleiben wie 1992 in Schleswig-Holstein nach PULFRICH 1995.

Der deutlich niedrigere Besatz der Kollektoren in der Zeit nach dem Maximum könnte allerdings auch darin begründet sein, dass schon alle „Plätze“ auf den Kollektoren mit dem Mai-Maximum der Larven besetzt waren.

Kollektorbewuchs am besten unterhalb -2m unter MTNW (im Versuch bis -6m) Im Eulitoral eignen sich als natürlicher Besiedlungsgrund - in Prielnähe - am besten büschelige Hydrozoenkolonien (*Sertularia cupressina*) und die Röhrenden von *Lanice conchilega*, aber auch Grünalgen (*Ulvae sp.*, *Enteromorpha sp.*), weniger geeignet waren schon existierende Miesmuschelaggregationen. Versuche zeigten, dass etwa 50 cm über der Wattoberfläche zwischen zwei Pfählen ausgebrachte Kollektoren insgesamt ungeeignet zur Jungmuschelgewinnung waren. Allerdings nutzen viele Larven diese Bereiche nur als Zwischenstation und lassen sich ab einer bestimmten Wachstumsphase weiterverdriften (wohin wurde nicht festgestellt, vermutlich ins Sublitoral).

Die genaue Planung mit Begehung und Auswahl geeigneter Testfelder (natürlicher Grund und Kollektoren) im Eulitoral sollte am besten im Frühherbst beginnen, da Algen und Hydrozoenpolypen im Watt nur bis zum Herbst überdauern können (PULFRICH 1995).

Im Winter Bau bzw. Beschaffung der Kollektoren, Grundgewichte, Bojen etc.

WALTER, U. & LIEBEZEIT, G. (200?): Efficiency of blue mussel (*Mytilus edulis*) spat collectors in highly dynamic tidal environments of the Lower Saxonian coast (southern North Sea).- Manuscript

Natürlicher Brutfall von *Mytilus*larven nicht regelmäßig. Letzter Ausfall in Niedersachsen 1996. Kollektorversuche (3m lang, von -2m MTnw bis -5m MTnw) im Jadebusen 2000/2001 von einer langen Brücke aus erbrachten 8-9kg/m mit maximalen Muschellängen von 40mm-50mm in einem Jahr (Frühjahr-Frühjahr). Höchster anzahlmäßiger Besatz der Kollektoren im Herbst, Verlust an Individuen, nicht an Biomasse im Winter 60-78%.

Sonst alles wie bei dem Bericht 2001, zum Eigenbau nützliche Anregungen.

WALTER, U., BUCK, B.H. & ROSENTAL, H. (2003): Marikultur im Nordseeraum: Status quo, Probleme und Tendenzen.- In: LOZAN, J.L. et al. [Hrsg.]: Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer: Eine aktuelle Umweltbilanz, S. 122-131.

(Wissenschaftliche Auswertungen) Hamburg.

Über Marikultur in der Nordsee bei Fischen und Muscheln.

Miesmuschelproduktion 1995-2000: Niederlande 2/3, Deutschland 1/4, England das meiste vom Rest mit deutlich zunehmender Tendenz, dann Dänemark (?Limfjord?), Norwegen und Schweden sehr gering.

Von ertragreichen Kulturfleichen in Deutschland betrug die Muschelernte nach SEAMAN & RUTH (1997) 55-100t pro Hektar.

Fangmethoden: in NL, GB (Wash), D und DK Bodenkultur, in N, S nördliches GB (Schottland, Orkney und Shetlands) Langleinenkultur.



Empfehlung für Verknüpfung von Windenergiepark und Marikultur im Offshorebereich. Weitere Empfehlungen zu Umweltimage, Sozio-Öonomie und Ökonomie der Marikultur.

Als Folge der filtrierenden Ernährungsweise transferieren Muscheln organische Substanzen aus der Wassersäule in das Sediment (OLIN 2002).

Muschelkulturen können zum Umweltproblem werden, wenn natürliche Muschelsaatvorkommen überbeansprucht werden und Krankheitserreger, Parasiten oder andere fremde Arten durch die Aquakulturaktivitäten ausgebreitet werden (KAISER 2001).

WITTE,G., HEINEKE, M. & KÜHL, H. (1995): Sylter Wattenmeer Austauschprozesse (SWAP), Teilprojekt B 4.1: Modellierung des Stofftransports – Sedimentations- und Erosionsexperimente, 82 S. GKSS-Forschungszentrum GmbH Geesthacht (unveröff.).

Beschreibung EROMESS, Versuche zum Erosionsbeginn in Wattsedimenten. Allerdings nichts über Miesmuschelbänken. Trotzdem nützlich für einige Formeln und Werte für den Erosionsbeginn.



Anlage II (Internet-Auszug)

Nachfolgend finden Sie die vom zuständigen Ministerium herausgegebenen Verordnungen:

Ministerium für ländliche Räume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein
Düsternbrooker Weg 104 · 24105 Kiel
Telefon (0431) 988-0 · Telefax (0431) 988-5010

Die Änderungen gegenüber der Version v. 19.04.2000 ergeben sich aus der Verständigung zwischen V St und VIII St am 20.4.2000 Programm zur Bewirtschaftung der Muschelressourcen im Nationalpark »Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer« gemäß § 40 Landesfischereigesetz (LFischG) vom 28.06.2000

1. Ziel
2. Rechtlicher Rahmen
3. Zuständigkeiten
4. Eckpunkte der Muschelwirtschaft im Nationalpark

1. Ziel

Erklärtes Ziel der Landesregierung ist es, dass die Muschelressourcennutzung nachhaltig und naturschonend erfolgt. Verbunden damit wird das Ziel, die mit dem Fang, der Kultivierung sowie Weiterverarbeitung der Muscheln mögliche Wertschöpfung verantwortungsbewusst zu verwirklichen. Besonderes Interesse hat das Land dabei daran, dass Wertschöpfung auch bei der Weiterverarbeitung vor Ort stattfindet und dauerhaft positive Arbeitsmarkteffekte besitzt. Aus diesem Grunde wurde der Bau von Verarbeitungsanlagen vor Ort mit Fördermitteln unterstützt. Auch in Zukunft wird die Landesregierung unter Berücksichtigung des besonderen Naturwertes des Nationalparks sich intensiv bemühen, den Bestand an Arbeitsplätzen in der Muschelverarbeitung zu sichern und zu erweitern. Die Muschelfischerei und die Muschelkulturwirtschaft sind insbesondere an den Vorgaben des Nationalparkgesetzes auszurichten. Durch die Berücksichtigung der Ergebnisse der Ökosystemforschung, der Fischereibiologie sowie des fortlaufenden Muschelmonitorings soll die Nutzung der Muscheln im Sinne des UN-Übereinkommens über die biologische Vielfalt (Rio-Abkommen 1992) nachhaltig und das Ökosystem schonend organisiert sein. Im Nationalpark ist innerhalb der »Drei Seemeilen Zone« die muschelwirtschaftliche Nutzung anderer Arten als der Miesmuschel (*Mytilus edulis*) und der Austern (*Ostrea edulis* und *Crassostrea gigas*) ausgeschlossen. Die Nutzung erfolgt hier ausschließlich als Muschelkulturwirtschaft. Außerhalb der »Drei Seemeilen Zone« (d.h. im Walschutzgebiet) ist gemäß § 6 Abs. 3 Ziffer 2 NPG vom 17.12.1999 (GVOBl. Schl.-H. S. 518) Wildmuschelfischerei auf andere Arten als Miesmuscheln, Austern, Herzmuscheln (*Cerastoderma edule*) und Schwertmuscheln (*Ensis spec*) nicht grundsätzlich zulässig. Ziel der Miesmuschelkulturwirtschaft ist es, die als Miesmuschelkulturbezirke ausgewiesenen



Kulturf lächen mit Besatzmuscheln zu besetzen, die Miesmuscheln zu konsumreifen Speisemuscheln heranwachsen zu lassen und sie dann zu ernten. Die Konsumreife ist in der Regel erreicht bei einer Schalenlänge von 4 cm und mehr. Die Austernkulturwirtschaft erfolgt in Aquakulturanlagen. Ziel der Austernkulturwirtschaft ist es, diese Anlagen mit Jungaustern zu besetzen, sie bis zur Marktreife heranwachsen zu lassen und die Austern dann zu vermarkten. Außerhalb der »Drei Seemeilen Grenze« findet in den Jahren, in denen befischbare Bestände vorhanden sind, Wildmuschelfischerei auf die Dickschalige Trogmuschel (*Spisula solida*) statt. Ziel der Trogmuschelfischerei ist die nachhaltige Nutzung der Trogmuschelbestände.

2. Rechtlicher Rahmen

2.1 Definitionen

Alle in diesem Abschnitt definierten Formen der Aneignung, Wiederausbringung und Kultivierung von Muscheln sind als Muschelfischerei im Sinne von §§ 40 und 41 LFischG aufzufassen. Muschelfischerei im engeren Sinne dieses Programmes ist die erwerbsmäßige Aneignung von wildlebenden Muscheln. Die direkte Anlandung von aufgefischten wildlebenden Muscheln wird als Wildmuschelfischerei bezeichnet. Das Fischen wildlebender Muscheln, die anschließend im Rahmen der Muschelkulturwirtschaft in den schleswig-holsteinischen Küstengewässern zum Besatz der Muschelkulturen verwendet werden, wird als Besatzmuschelfischerei bezeichnet. Besatzmuscheln, die auf Muschelkulturbezirken oder sonstigen Muschelkulturanlagen ausgebracht worden sind, verbleiben im Eigentum des jeweiligen Nutzungsberechtigten. Muschelkulturwirtschaft im Sinne dieses Programmes beinhaltet den Besatz von Muschelkulturbezirken sowie sonstiger Muschelkulturanlagen durch natürlichen Ansatz sowie mit aus künstlicher Zucht gewonnenen Muscheln (Saatmuscheln) oder von natürlichen Beständen aufgefischten Muscheln (Besatzmuscheln) sowie deren spätere Anlandung (Kulturmuschelfischerei). Zur Muschelkulturwirtschaft, und damit nicht zur Muschelfischerei, gehört auch die Saatmuschelgewinnung. Damit ist die Gewinnung von Muscheln, die sich an künstlich ausgebrachten Substraten innerhalb von Muschelkulturbezirken oder sonstiger Muschelkulturanlagen angesiedelt haben und als Saatmuscheln bezeichnet werden, gemeint.

2.2 Gesetze und Verordnungen

Die gesetzlichen Grundlagen der schleswig-holsteinischen Muschelfischerei und Muschelkulturwirtschaft (»Muschelwirtschaft«) im Nationalpark bilden folgende Gesetze und dazugehörige Verordnungen: Die gesetzlichen Grundlagen der schleswig-holsteinischen Muschelfischerei und Muschelkulturwirtschaft (»Muschelwirtschaft«) im Nationalpark bilden folgende Gesetze und dazugehörige Verordnungen: das Landesfischereigesetz vom 10.02.1996 (Gesetz- und Verordnungsblatt Schleswig-Holstein, S. 211), die Schleswig-Holsteinische Küstenfischereiorde nung vom 23.06.1999 (GVOBl. Schl. H. S. 206), das Bundeswasserstraßengesetz vom 02.04.1968 (BGBl. Teil II, S.173), in der Fassung vom 04.11.1998 (BGBl. Teil I, S.3294), das Bundesnaturschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 21.09.1998 (BGBl. Teil I S. 2994) das Landesnaturschutzgesetz vom 16.07.1993 (GVOBl. Schl.-H. S.215), zuletzt geändert durch die Landesverordnung vom 16.06.1998 (GVOBl. Schl.-H. S. 210) und das Nationalparkgesetz vom 22.07.1985 (GVOBl. Schl.-H. S.202), in der Fassung vom



17.12.1999 (GVOBl. Schl.-H. S.518). 2.3 Nutzung des Muschelfischereirechts des Landes durch Dritte Die Muscheln unterliegen nicht - wie z.B. die Fische und Garnelen - dem freien Fischfang. In § 1 Abs.3 Bundeswasserstraßengesetz überlässt der Bund den Küstenländern das alleinige Recht zur Nutzung der Muscheln in den Küstengewässern. Das Land Schleswig-Holstein nutzt das ihm zustehende Muschelfischereirecht durch die Vergabe öffentlich-rechtlicher Erlaubnisse an Betriebe oder Organisationen der Muschelwirtschaft. Erlaubnisinhaber müssen Mitglieder in der Erzeugerorganisation der schleswig-holsteinischen Muschelfischer sein. Der Firmensitz muss innerhalb der Kreise Nordfriesland und Dithmarschen liegen. Alle zum Muschelfang oder zur Muschelkulturwirtschaft eingesetzten Fahrzeuge müssen unter deutscher Flagge fahren; ihr Heimathafen soll in Schleswig-Holstein sein.

3. Zuständigkeiten

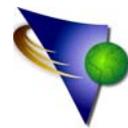
Zuständig für dieses Programm ist die Ministerin für ländliche Räume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus (oberste Fischereibehörde). Da die in diesem Programm geregelte Muschelwirtschaft im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer stattfindet, wird das Programm im Einvernehmen mit der obersten Naturschutzbehörde erstellt. Die Umsetzung und Überwachung führt die obere Fischereibehörde durch (§ 40 Abs.3 LFischG). Nutzungserlaubnisse für die Muschelfischerei erteilt die oberste Fischereibehörde im Einvernehmen mit der obersten Naturschutzbehörde (§ 40 Abs.1 LFischG). Muschelkulturbezirke weist die oberste Fischereibehörde im Einvernehmen mit der obersten Naturschutzbehörde aus. Genehmigungen zur Nutzung von Muschelkulturbezirken erteilt die oberste Fischereibehörde (§ 41 Abs.1 und 2 LFischG). Für die Saatmuschelgewinnung ist eine Genehmigung der obersten Fischereibehörde im Einvernehmen mit der obersten Naturschutzbehörde erforderlich (§§ 40, 41 LFischG). Beim Management und Monitoring arbeiten die obere Fischereibehörde und das Landesamt für den Nationalpark (obere Naturschutzbehörde) eng zusammen. Das Management (Lenkung und Überwachung) der Muschelwirtschaft erfolgt nach § 40 Abs.3 LFischG durch die obere Fischereibehörde. Bei der oberen Fischereibehörde ist zur Lenkung und Überwachung der Muschelfischerei ein Sachgebiet Muschelmanagement eingerichtet. Das Monitoring (Dauerbeobachtung) der Wildmuschelbestände erfolgt federführend durch die obere Naturschutzbehörde aus den Mitteln gemäß Punkt 4.1.9, 4.2.7 und 4.3.6 durch das Sachgebiet Monitoring.

4. Eckpunkte der Muschelwirtschaft im Nationalpark

4. 1 Eckpunkte der Miesmuschelkulturwirtschaft im Nationalpark

4.1.1 Rahmenabkommen

Es wird ein öffentlich-rechtliches Rahmenabkommen zwischen der Miesmuschelkulturwirtschaft und dem Ministerium für ländliche Räume abgeschlossen, das diese Eckpunkte und dieses Programm verbindlich bis zum 31.12.2016 festschreibt. Auf den § 127 LVwG i. d. F. d. Bk. Vom 2.6.1992 (GVOBl. Schl.-H. S. 243, ber. S. 534) wird besonders hingewiesen. Die obere Fischereibehörde und die obere Naturschutzbehörde fertigen alle 5 Jahre, erstmals zum 31.12.2001, einen gemeinsamen Bericht über die Ergebnisse des Muschelmonitorings und zum Muschelmanagement an. Diese Eckpunkte können zwischen den Vertragsparteien dann modifiziert werden, wenn



die Ergebnisse zeigen, dass dies erforderlich ist. Diese Eckpunkte können zwischen den Vertragspartnern dann modifiziert werden, wenn die Ergebnisse zeigen, dass dies erforderlich ist.

4.1.2 Besatzmuschelfischerei

Zur Ausübung der Miesmuschelkulturwirtschaft (Muschelfischerei und Muschelzucht im Sinne von § 40 Abs. 1 LFischG) ist es erforderlich, Miesmuscheln von natürlichen Standorten (Wildmuscheln) aufzufischen (Besatzmuschelfischerei) und diese Besatzmuscheln auf die Miesmuschelkulturflächen auszubringen. Die Besatzmuschelfischerei erfolgt ausschließlich zum Besatz der im schleswig-holsteinischen Wattenmeer ausgewiesenen Miesmuschelkulturbezirke. Jegliches Verbringen von Besatzmuscheln an andere Orte ist nicht gestattet. Die Erlaubnis zur Ausübung der Besatzmuschelfischerei (Fischerei auf Miesmuscheln gemäß § 40 Abs. 1 LFischG) wird nur für den sublitoralen Bereich, definiert als Fläche unterhalb Seekartennull (Mittleres Spring-Niedrigwasser, MSpNW) in den jeweils gültigen amtlichen Seekarten, außerhalb der Zone 1 gemäß § 4 Nationalparkgesetz vom 22.07.1985 (GVOBl. Schl.-H. S.202) in der Fassung vom 17.12.1999 (GVOBl. Schl.-H. S.518) erteilt. Innerhalb des Sublitorals der Zone 1 gilt die Erlaubnis grundsätzlich nur in folgenden vier Teilbereichen: Die Positionsangaben erfolgen auf Basis des Kartendatums WGS 84. Zone 1- Gebiet unmittelbar nördlich des Hindenburgdammes: Nördlich einer Linie, die durch die Positionen 54°55,24'N; 8°33,25'O und 54°57,66'N ; 8°27,42'O gebildet wird, ist die Besatzmuschelfischerei zulässig. Zone 1-Gebiet unmittelbar südlich der Hallig Südfall: Nördlich einer Linie, die durch die Positionen 54°26,36'N; 8°44,89'O und 54°26,36'N; 8°37,03'O gebildet wird, ist die Besatzmuschelfischerei zulässig. Zone 1-Gebiet im Eingangsbereich des Rummelloch-Ost: Östlich eines Linienzuges auf dem Längengrad 8°44,42'O, und zwar zwischen den Schnittpunkten mit der bisherigen Zone 1-Grenze im Süden und dem Breitengrad 54°33,36'N im Norden sowie südlich / südwestlich eines Linienzuges zunächst auf dem Breitengrad 54°33,36'N zwischen dem letztgenannten Schnittpunkt und dem Schnittpunkt mit dem Längengrad 8°45,22'O, von dort bis zum Schnittpunkt mit der Süd-West-Spitze (MSpTNW-Linie) der Plate östlich der Beensley, und ab dort südöstlich eines nördlich verlaufenden Linienzuges auf der Ostgrenze (MSpTNW-Linie) der vorgenannten Plate bis zum Schnittpunkt mit der bisherigen Zone 1-Grenze ist die Besatzmuschelfischerei zulässig. Zone 1-Gebiet unmittelbar südwestlich von Langeneß: Hier ist die Besatzmuschelfischerei zulässig. Erlaubnisse zur Besatzmuschelfischerei im Eulitoral des Wattenmeeres, definiert als Fläche oberhalb Seekartennull (Mittleres Spring-Niedrigwasser, MSpNW) in den jeweils gültigen amtlichen Seekarten, werden nicht erteilt.

4.1.3 Schonzeit

In der Zeit vom 15.04. bis 30.6. jeden Jahres ist die Anlandung von Miesmuscheln untersagt. Es gilt eine Besatzmuschelschonzeit vom 01.05. bis zum 30.06. jeden Jahres. Unberührt davon bleibt die Arbeit auf den Kulturen und die Umlagerung zwischen den Kulturen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer.



4.1.4 Anlandungen

Es dürfen nur konsumreife Miesmuscheln von Miesmuschelkulturbezirken angelandet werden. Die Anlandung von Wildmiesmuscheln ist nicht gestattet.

4.1.5 Größe der Kulturflächen

Die Miesmuschelkulturflächen werden bis zum 31.12.1999 auf 2400 ha, bis zum 31.12.2002 auf 2200 ha und bis zum 31.12.2006 auf 2000 ha reduziert.

4.1.6 Verweildauer

Um eine ordnungsgemäße Miesmuschelkulturwirtschaft im Sinne von Punkt 1 sicherzustellen, dürfen Miesmuscheln, die vom 01.12. eines Jahres bis zum 30.04. des Folgejahres von natürlichen Standorten auf die Kulturen verbracht wurden, frühestens ab 01.07. des nächsten Folgejahres, und Miesmuscheln, die vom 01.07. bis zum 30.11. eines Jahres von natürlichen Standorten auf die Kulturen verbracht wurden, frühestens ab 01.10. des Folgejahres angelandet werden. Das Verbringen von Miesmuscheln vor Ablauf der Verweildauer an Orte außerhalb des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres ist untersagt.

4.1.7 Kontrollen.

Die Betriebe haben ein Betriebstagebuch mit Aufzeichnungen u.a. über Fangmengen, Fangzeiten, Positionen sowie Angaben über Qualität und Verbleib der Ware nach Maßgabe durch die obere Fischereibehörde zu führen und zu belegen. Zur Überwachung der fischereilichen Aktivität der Betriebe wird ein "DGPS (Satellitengestütztes Globales Positionierungs System mit Differentialkorrektur zur Erlangung hoher räumlicher Genauigkeit) ? Blackbox"-System oder ein technisch mindestens gleichwertiges System eingerichtet: Alle Muschelkutter werden mit einem elektronischen "Fahrtschreiber" (Blackbox) an Bord ausgerüstet. Auf diese Geräte haben die Betriebe keinen Zugriff. Bei der oberen Fischereibehörde wird die dazugehörige Anlage zur Auswertung der Daten eingerichtet und betrieben. Die technischen Einzelheiten (gespeicherte Parameter, Abtastrate und Datenübergabe) werden von der oberen Fischereibehörde festgelegt. Die Kosten für die technische Realisierung und Unterhaltung des Blackbox-Systems trägt die Erzeugerorganisation. Schwerpunkt der Kontrollen werden die Überwachung der Einhaltung der Verweildauer und die Besatzmuschelgewinnung sein. Alle Aktivitäten der Muschelfischer sind durch Abgleich der Aufzeichnungen im Betriebstagebuch mit den Aufzeichnungen der "Blackbox" sowie den aktiven Kontrollen auf den Fangplätzen und Muschelkulturen zu überwachen. Der Fischereiverwaltung ist zu jeder Zeit der Zugang zu den Muschelbetrieben und seinen Einrichtungen zu ermöglichen, die Teilnahme an Fahrten zu gestatten und Einsicht in alle mit dem Betrieb zusammenhängenden Aufzeichnungen und Informationen zu gewähren.

4.1.8 Anzahl und Laufzeit der Lizenzen

Die Zahl der Erlaubnisse für die Miesmuschelkulturwirtschaft im Wattenmeer wird auf acht begrenzt. Diese Erlaubnisse werden vom 1.1.1997 bis 31.12.1999, vom 1.1.2000 bis 31.12.2002, vom 1.1.2003 bis 31.12.2006, vom 1.1.2007 bis 31.12.2011 und vom 1.1.2012 bis 31.12.2016 ausgegeben. Die nach § 41 Abs. 2 Satz 1 LFischG zur Nutzung von



Muschelkulturbezirken notwendigen Genehmigungen der obersten Fischereibehörde werden entsprechend erteilt.

4.1.9 Kosten

Die Betriebe der Miesmuschelkulturwirtschaft zahlen für die Erlaubnis nach § 40 Abs. 1 LFischG und die Genehmigung nach § 41 Abs. 2 LFischG sowie für die damit verbundenen öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen über die Laufzeit dieses Vertrages einen jährlichen Betrag. Der jährliche Betrag in Höhe von 460.000,-- DM war bis zum 31.12.1999 festgeschrieben. Nach diesem Termin ist nach dem Vertrag aus 1997 eine Anpassung möglich, die bis zum 31.12.2006 jedoch nicht über die Änderung des Lebenshaltungskostenindex hinausgehen darf. Zum 1.1.2000 erhöht sich der Betrag bei Berücksichtigung des gestiegenen Lebenshaltungskostenindex auf gerundet 480.000,-- DM. Nach dem 31.12.2006 erhöht sich der Betrag zum 1.1.2007 auf 280.000,-- Euro zum 1.1.2012 auf 320.000,-- Euro Der Betrag ist für folgende Zwecke zu verwenden: 40.000 DM für Verwaltungsaufgaben, 180.000 DM für Managementaufgaben und 240.000 DM für Monitoringaufgaben. Der Betrag der jährlichen Erhöhung ist anteilig für Management- und Monitoringaufgaben zu verwenden. Die Betriebe der Miesmuschelkulturwirtschaft bestimmen, dass die Erzeugerorganisation die Bescheide über die jährlich fälligen Gesamtbeträge erhalten und den jeweils fälligen Betrag an das Land auskehren soll.

4.1.10 Öffentlichkeitsarbeit

Die obere Fischereibehörde, die obere Naturschutzbehörde sowie die Erzeugergemeinschaft der Muschelfischer unterrichten zu Beginn der Muschelsaison die Öffentlichkeit über die Situation der Miesmuschelbestände und der Muschelfischerei im Nationalpark Schleswig-holsteinisches Wattenmeer.

4.1.11 Vergrämung von Seevögeln

Im Nationalpark ist es nicht erlaubt, gezielt Meerestenten und andere Seevögel von den Muschelkulturen zu vergrämen, insbesondere durch Schallapparate, starke Lichtquellen, den Einsatz von Motorbooten oder die gezielte Verlärmung.

4.1.12 Beteiligung der Betriebe am Management

Die Muschelbetriebe stellen ihre Fahrzeuge für notwendige Fahrten im Rahmen dieses Programms unter Berücksichtigung der betrieblichen Verhältnisse zur Verfügung, solange die Fischereiverwaltung über kein für alle Arbeiten geeignetes Schiff verfügt.

4.2 Eckpunkte der Austernwirtschaft im Nationalpark

Nach dem Zusammenbruch der heimischen Austernbestände (*Ostrea edulis*) 1921/22 hat es in schleswig-holsteinischen Küstengewässern keine nennenswerte Austernfischerei oder Austernzucht mehr gegeben. Seit einigen Jahren werden in Aquakulturen Austern der Art *Crassostrea gigas* gezüchtet.



4.2.1 Rahmenabkommen

Es wird ein öffentlich rechtliches Rahmenabkommen zwischen der Austernkulturwirtschaft und dem Ministerium für ländliche Räume abgeschlossen, das diese Eckpunkte und dieses Programm verbindlich bis zum 31.12.2016 festschreibt.

4.2.2 Besatzaustern

Zum Besatz der Aquakulturen dürfen nur Austern der Arten *Crassostrea gigas* und *Ostrea edulis* verwendet werden. Stammen diese Austern aus Gewässern außerhalb der schleswig-holsteinischen Küstengewässer, so muß durch geeignete Maßnahmen nach aktuellem technischen und wissenschaftlichen Stand sichergestellt sein, dass keine Fremdarten sowie Krankheiten oder Parasiten im Wattenmeer freigesetzt werden können. Für alle von außerhalb der schleswig-holsteinischen Küstengewässer importierten Besatzaustern muss der oberen Fischereibehörde vor dem Einbringen in die Küstengewässer eine Bescheinigung über die pathologische und parasitologische Unbedenklichkeit der im Ursprungsland zuständigen Kontrollinstanz vorliegen. Bei Vorliegen dieser Voraussetzungen erteilt die obere Fischereibehörde nach § 40 Abs. 5 LFischG die erforderliche Genehmigung. Da *Crassostrea gigas* inzwischen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer heimisch geworden ist, könnte es zukünftig zu einer Nutzung heimischen Brutfalls zum Besatz von Austernkulturen kommen. Falls dies technisch möglich ist, soll die Gewinnung von Besatzaustern mit Hilfe von Brutsammlern erfolgen. Vorschläge für die Art und Weise der Nutzung heimischen Brutfalls machen die Betreiber. Die Genehmigung erfolgt durch die oberste Fischereibehörde im Einvernehmen mit der obersten Naturschutzbehörde.

4.2.3 Anlandungen

Es dürfen nur konsumreife Austern von Austernkulturbezirken verkauft werden. Die Konsumreife ist erreicht, wenn die Austern in der Regel mindestens 50 g Lebendgewicht erreicht haben.

4.2.4 Kontrollen

Der Austernkulturbetrieb hat ein Betriebstagebuch mit Aufzeichnungen u.a. über Besatzmengen und -zeiten, Anlandemengen und -zeiten, sowie Angaben über Qualität der Ware nach Maßgabe durch die obere Fischereibehörde zu führen. Insbesondere ist die pathologische und parasitologische Unbedenklichkeit der eingesetzten Besatzaustern lückenlos zu belegen. Der Fischereiverwaltung ist zu jeder Zeit der Zugang zu den Aquakulturen und seinen betrieblichen Einrichtungen zu ermöglichen. Der Betreiber hat der Fischereiverwaltung alle mit dem Betrieb zusammenhängenden Aufzeichnungen und Informationen vorzulegen.

4.2.5 Flächenbedarf

Die für die Aquakulturanlagen der Austernkulturwirtschaft zu Verfügung stehende Wattfläche beträgt 30 ha.



4.2.6 Laufzeiten

Die Erlaubnisse für die Austernkulturwirtschaft im Wattenmeer werden vom 1.1.1997 bis 31.12.1999, vom 1.1.2000 bis 31.12.2002, vom 1.1.2003 bis 31.12.2006, vom 1.1.2007 bis 31.12.2011 und vom 1.1.2012 bis 31.12.2016 ausgegeben. Alle zur Nutzung dieser Aquakulturen notwendigen Genehmigungen werden entsprechend erteilt. 4.2.7 Kosten Der Betrieb der Austernkulturwirtschaft zahlt für die Erlaubnis nach § 40 Abs. 1 LafischG und für die damit verbundenen öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen über die Laufzeit dieses Vertrages einen jährlichen Betrag. Der jährliche Betrag in Höhe von 6000,-- DM war bis zum 31.12.1999 festgeschrieben. Nach diesem Termin ist eine Anpassung möglich, die bis zum 31.12.2006 jedoch nicht über die Änderung des Lebenshaltungskostenindex hinausgehen darf. Analog Ziff.4.1.9: ab 2000 6.300,-- DM, ab 2007 3.700,-- Euro, ab 2012 4.200,-- Euro Der Betrag ist für folgende Zwecke zu verwenden: 500,-- DM für Verwaltungsaufgaben, 700,-- DM für Managementaufgaben und 4.800,-- DM für Monitoringaufgaben. Der Betrag der jährlichen Erhöhung ist anteilig für Management- und Monitoringaufgaben zu verwenden. Der Betrieb der Austernkulturwirtschaft bestimmt, dass die Erzeugerorganisation die Bescheide über die jährlich fälligen Gesamtbeträge erhalten und den jeweils fälligen Betrag an das Land auskehren soll. 4.2.8 Öffentlichkeitsarbeit Die Austernkulturwirtschaft beteiligt sich an der jährlichen Informationsveranstaltung von Miesmuschelkulturwirtschaft, oberer Fischereibehörde und oberer Naturschutzbehörde nach Punkt 4.1.10.

4.3 Eckpunkte der Trogmuschelfischerei (Dickschalige Trogmuschel, *Spisula solida*) im Nationalpark

4.3.1 Rahmenabkommen

Es wird ein öffentlich-rechtliches Rahmenabkommen zwischen den Betrieben der Trogmuschelfischerei und dem Ministerium für ländliche Räume abgeschlossen, das diese Eckpunkte und dieses Programm verbindlich bis zum 31.12.2016 festschreibt.

4.3.2 Trogmuschelfischerei

4.3.2.1 Biologische Rahmenbedingungen

Die Deutsche Bucht ist ein außerordentlich dynamischer und offener Lebensraum. Dies gilt insbesondere für die Besiedlung mit Muscheln. Der wesentliche Grund für diese Dynamik ist im Zusammenspiel von Meeresströmung und Schwankung der Minimumtemperatur des bodennahen Wasserkörpers zu sehen. Die Meeresströmung ist in der Deutschen Bucht prinzipiell nordwärts gerichtet. Der davon transportierte Wasserkörper entstammt entweder aus dem Bereich der westlichen Nordsee oder aber aus dem Bereich südlich des Ärmelkanals. Mit der Meeresströmung werden daher Larven von Muschelarten in unser Gebiet eingetragen, die prinzipiell einer mal mehr und mal weniger milderen Klimazone entstammen. Diese Larven siedeln sich an und unterliegen dann aber den hiesigen Minimaltemperaturen, die im Verlauf strenger Winter wesentlich niedriger sind als in den Herkunftsgebieten der Muschellarven. Dadurch sterben im Verlauf von strengen Wintern ganze Muschelbestände in der Deutschen Bucht ab. Ein weiterer Grund für die Veränderlichkeit der Muschelbesiedlung der Deutschen Bucht ist im permanenten Eintrag von Muschellarven aus fernen Meeresgebieten durch das Ballastwasser des



transozeanischen Schiffsverkehrs zu sehen. Seit 1992 gibt es außerhalb der »Drei Seemeilen Zone« des heutigen Nationalparks, im Walschutzgebiet, eine Fischerei auf die Dickschalige Trogmuschel (*Spisula solida*).

4.3.2.2 Grundsätze für die Erteilung von Erlaubnissen zur Trogmuschelfischerei

Für die Trogmuschelfischerei ist nach § 40 LFischG eine eigene Nutzungserlaubnis der obersten Fischereibehörde erforderlich. Die oberste Naturschutzbehörde erteilt ihr Einvernehmen zu den Erlaubnissen der obersten Fischereibehörde, es sei denn, Belange des Naturschutzes werden erheblich beeinträchtigt.

4.3.2.3 Überprüfung der Naturverträglichkeit

Nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens liegen keine Hinweise darauf vor, dass die Trogmuschelfischerei erhebliche Beeinträchtigungen des Gebiets verursacht. Insbesondere ist sie danach nicht geeignet, einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen den Nationalpark als zu erwartendes Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung oder als Europäisches Vogelschutzgebiet erheblich zu beeinträchtigen (§ 19 a Abs. 2 Nr. 8 und 9 BNatSchG). Eine erhebliche Beeinträchtigung des Nationalparks als zu erwartendes Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung und als europäisches Vogelschutzgebiet ist damit ausgeschlossen. Im Übrigen sind zur weitergehenden Überprüfung der Naturverträglichkeit gemäß Ziffer 4.3.2.3.1 bis 4.3.2.3.6 weitere begleitende Untersuchungen vorgesehen. Der Nachweis der Naturverträglichkeit der Fischerei auf die jeweilige Art liegt zunächst bei den Trogmuschelfischereibetrieben auf Grundaufgrund des Verursacherprinzips; diese müssen zur Überprüfung der Naturverträglichkeit insbesondere die in Ziffer 4.3.2.3.1 bis 4.3.2.3.6 beschriebenen Untersuchungen durchführen lassen. Die Beauftragung eines geeigneten Instituts und die exakte Formulierung des Untersuchungsauftrages erfolgt dabei in Abstimmung mit der obersten Naturschutz- und der obersten Fischereibehörde. Der Nachweis der Naturverträglichkeit gilt zukünftig als erbracht, wenn diese weiteren naturwissenschaftlichen Untersuchungen belegen, dass die Trogmuschelfischerei mit den in den Ziffern 4.3.2.3.1 bis 4.3.2.3.5 aufgezählten Prinzipien übereinstimmt. Im Konfliktfalle bedarf es dann des Beweises der eindeutig vorrangigen Naturschutzbelange durch die oberste Naturschutzbehörde.

4.3.2.3.1 Vermeidung von Überfischung

Bei vielen Muschelarten sind die Individuen relativ kurzlebig, schnellwachsend, erreichen bereits in den ersten Lebensjahren die Geschlechtsreife und haben durch die Produktion von sehr vielen passiv im Wasser treibenden Larven ein hohes Fortpflanzungspotential. Durch die mehrwöchige bis mehrmonatige Phase, in der die Larven passiv von den Meeresströmungen verdriftet werden, stellt der lokale Bestand zumindest im Bereich der südöstlichen Nordsee nicht die Quelle der lokalen Ansiedlung von Jungtieren dar. Auf Grund der Unabhängigkeit der Nachwuchsrate von der Größe des Elternbestandes bei diesen Muschelarten ist keine negative Beeinflussung der Nachwuchsrate durch die Fischerei und damit auch keine Überfischung zu erwarten. Bei anderen Arten sind die Individuen langlebig, langsamwachsend und erreichen erst nach mehreren Lebensjahren die Geschlechtsreife. Zudem gibt es bei manchen Arten nicht oder nur geringfügig von der Meeresströmung verdriftete Fortpflanzungsstadien. Daher sind Arten, die erst im Alter von 3 Jahren und mehr die Geschlechtsreife erreichen, sowie Arten, die über ein geringes



Fortpflanzungspotential verfügen, von der Muschelfischerei ausgeschlossen. Es ist daher zu klären, ob die Dickschalige Trogmuschel zu den o.g. Arten zu zählen ist.

4.3.2.3.2 Begrenzung des Einflusses von Trogmuschelfischerei auf Seevogelbestände

Tauchfähige Seevögel haben ein vergleichsweise geringes Fortpflanzungspotential und sind bei ihrer Ernährung in gewissem Maße von Muscheln abhängig. Damit hat eine unregelte Muschelfischerei das Potential, den Bestand der tauchfähigen Seevögel nachhaltig zu beeinflussen. Um einen nachhaltigen Einfluss von Wildmuschelfischerei auf die Bestände der tauchfähigen Seevögel auszuschließen, ist es erforderlich, dass nur die Muscheln bzw. die Größenklassen der Muscheln angelandet werden dürfen, die nach wissenschaftlichen Erkenntnissen keinen wesentlichen Anteil an der Nahrungsgrundlage der tauchfähigen Seevögel darstellen. Z. Zt. Beträgt das Mindestmaß für Dickschalige Trogmuscheln nach Küstentischereiordnung 30 mm. Da tauchfähige Seevögel keine Nahrungsspezialisten sind, sondern bei Muschelmangel, z.B. in der Folge strenger Winter, in der Lage sind, sich von anderen Organismen zu ernähren, dürfen die Größenklassen der Muscheln, die von der Fischerei genutzt werden, nicht mehr als 40 % der Seevogelernährung darstellen. Die Bedeutung der fischereilich genutzten Größenklassen der Muscheln für die Seevogelernährung ist daher naturwissenschaftlich abzuschätzen.

4.3.2.3.3 Schonung untermaßiger Trogmuscheln

Muscheln, die im Boden eingegraben leben, können, wenn sie auf die Oberfläche gelangen, dort nur einen gewissen Zeitraum überleben. Beim Fangvorgang werden die im Boden lebende Trogmuscheln ausgegraben. Bei der Trogmuschelfischerei erfolgt durch technische Sortiereinrichtungen eine Selektion, bei der u.a. die potentiell für die Ernährung der tauchenden Seevögel bedeutsamen Größenklassen aussortiert und wieder ins Meer zurückgegeben werden. Diese Muscheln könnten einer nicht hinnehmbaren Sterblichkeit unterliegen, falls sie prinzipiell nicht in der Lage sind, sich wieder einzugraben. Diese Überlebensfähigkeit der aussortierten untermaßigen Trogmuscheln ist daher durch wissenschaftliche Untersuchungen zu belegen.

4.3.2.3.4 Begrenzung der Einflüsse der Trogmuschelfischerei auf den Meeresboden

Muscheln, die im Boden eingegraben leben, müssen zum Fang ausgegraben werden. Dies erfolgt mit Hilfe spezieller Geräte. Prinzipiell ist dabei eine gewisse Beeinflussung des Meeresbodens durch Aufwirbelung des Sediments nicht vermeidbar. Um die Beeinflussung des Meeresbodens so gering wie möglich zu halten, muß die Trennung von Fang und Sediment weitestgehend am Boden erfolgen. Es ist daher durch wissenschaftliche Untersuchungen zu belegen, dass die Spuren, die das Fangerät im Sediment erzeugt, nach zwei Jahren weder optisch noch durch Side-Scan Sonar Aufnahmen erkennbar sind.

4.3.2.3.5 Vermeidung von überhöhter Beifangsterblichkeit

Bei dem Fang von Trogmuscheln werden unvermeidlich andere Organismen mitgefangen. Dabei kann es zu vermeidbaren Auswirkungen auf andere Tier- und Pflanzenarten als der eigentlichen Zielart kommen. Zur Begrenzung der Beifangsterblichkeit auf das unvermeidbare Maß muss bei den Fang- und Sortiergeräten das Prinzip der besten



verfügbaren Technik auf den bestehenden Fahrzeugen verfolgt werden. Der Beifang ist in dem Maße, wie es mit mechanischen Vorrichtungen möglich ist, unverzüglich und lebend wieder ins Meer zurückzuleiten. Es ist durch wissenschaftliche Untersuchungen zu belegen, dass der mechanisch aussortierte Beifang bei der Trogmuschelfischerei mindestens eine ebenso hohe mittlere Überlebensrate aufweist, wie bei anderen, in der wissenschaftlichen Literatur dokumentierten Fischereiformen mit vergleichbaren Fanggeräten. Nach mechanischer Sortierung dürfen im Fang nicht mehr als 15 Gewichtsprozent des Fanggewichtes der Zielart an anderen lebenden Organismen enthalten sein. Dies ist durch wissenschaftliche Untersuchungen zu belegen, und es sind Vorschläge zu erarbeiten, wie dieser Beifanganteil weiter zu verringern ist.

4.3.2.3.6 Ausmaß der zusätzlichen Flächenbelastung

Zusätzlich zu dem in den Ziffern 4.3.2.3.1 bis 4.3.2.3.5 dargestellten Bedarf an wissenschaftlichen Untersuchungen ist eine Plausibilitätsrechnung vorzulegen, aus der hervorgeht, wie groß die von der Trogmuschelfischerei befischte Fläche im Vergleich zu den anderen dort zulässigen Schleppnetzfishereien ist.

4.3.2.4 Schonzeiten

Die Trogmuschelfischerei ist in den Zeiträumen, in denen die Muscheln ihre Hauptlaichaktivität zeigen, nicht zulässig. Die Zeiträume der Laichaktivität können von Jahr zu Jahr erheblich differieren. Die Schonzeiten müssen daher dem aktuellen Laichgeschehen angepasst werden können. Dies kann durch Ausnahmen von den Regelungen der Küstentischereiordnung erfolgen. Die Trogmuschelfischerei ist nicht zulässig in den Zeiträumen, in denen mehr als 30 % der Muscheln laichbereite Gonaden, erkennbar an deren deutlicher und vollständiger oranger Färbung, zeigen. Wird bei Anlandekontrollen durch die Fischereiaufsicht festgestellt, dass mehr als 30 % der Muscheln im Fang laichbereit sind, so sind die Muscheln auf dem ursprünglichen Fangplatz wieder auszubringen. 4.3.2.5 Begrenzung des Fischereiaufwandes Die Festsetzung der maximalen Zahl der erteilten Erlaubnisse erfolgt restriktiv auf Basis des Vorsorgeprinzips. Im Walschutzgebiet des Nationalparks werden deshalb für Dickschalige Trogmuscheln maximal Erlaubnisse für insgesamt 6 Fanggeräte von höchstens je 1 m Breite erteilt.

4.3.3 Anlandungen

Anlandungen dürfen nur in Dagebüll und Büsum erfolgen. Eine über die Sortierung und Entsandung hinausgehende Verarbeitung an Bord ist nicht zulässig. Die Verarbeitung des Fanges soll in Schleswig-Holstein erfolgen. Betriebe, die Fänge außerhalb von Schleswig-Holstein verarbeiten lassen, müssen in Anlehnung an die Ziele dieses Programms ein verdoppeltes Nutzungsentgelt gemäß Ziffer 4.3.6 entrichten.

4.3.4 Kontrollen

Die Betriebe haben ein Betriebstagebuch mit Aufzeichnungen u.a. über Fangmengen, Fangzeiten, Positionen sowie Angaben über Qualität und Verbleib der Ware nach Maßgabe durch die obere Fischereibehörde zu führen. Zur Überwachung der fischereilichen Aktivität der Betriebe wird ein "DGPS (Satellitengestütztes Globales Positionierungs-



System mit Differentialkorrektur zur Erlangung hoher räumlicher Genauigkeit) Blackbox"-System oder ein technisch mindestens gleichwertiges System eingerichtet: Alle Muschelkutter werden mit einem elektronischen "Fahrtschreiber" (Blackbox) an Bord ausgerüstet. Auf diese Geräte haben die Betriebe keinen Zugriff. Bei der oberen Fischereibehörde wird die dazu gehörende Anlage zur Auswertung der Daten eingerichtet und betrieben. Die technischen Einzelheiten (gespeicherte Parameter, Abtaststrategie und Datenübergabe) werden von der oberen Fischereibehörde festgelegt. Die Kosten für die technische Realisierung und Unterhaltung des Blackbox-Systems tragen die jeweiligen Lizenzinhaber. Alle Aktivitäten der Trogmuschelfischerei sind durch Abgleich der Aufzeichnungen im Betriebstagebuch mit den Aufzeichnungen der "Blackbox" zu überwachen. Der Fischereiverwaltung ist zu jeder Zeit der Zugang zu den Muschelbetrieben und seinen Einrichtungen zu ermöglichen, ihr oder ihren Beauftragten die Teilnahme an Fahrten zu gestatten und Einsicht in alle mit dem Betrieb zusammenhängenden Aufzeichnungen und Informationen zu gewähren. Jede Fangfahrt ist der zuständigen Außenstelle der oberen Fischereibehörde bis mindestens 12 Stunden vor der Ausfahrt, jede Anlandung mindestens 6 Stunden vor der Ankunft im Anlandehafen fernmündlich oder per Telefax anzuzeigen.

4.3.5 Laufzeiten

Die bestehenden Erlaubnisse zur Trogmuschelfischerei gelten unverändert bis zum 31.12.2000. Die sechs Erlaubnisse für Trogmuschelfischerei im Walschutzgebiet werden zunächst vom 1.1.2001 bis 31.12.2003 ausgegeben. Sollten die wissenschaftlichen Untersuchungen gemäß Ziffer 4.3.2.3 die Naturverträglichkeit dieser Fischereiform bestätigen, so werden die Erlaubnisse vom 1.1.2004 bis 31.12.2006, vom 1.1.2007 bis 31.12.2011 und vom 1.1.2012 bis 31.12.2016 ausgegeben. Das Land Schleswig-Holstein behält sich auch weiterhin vor, jeweils zu den genannten Verlängerungstichtagen Veränderungen dieses Programms und der auf dieser Basis erteilten Erlaubnisse vorzunehmen, die aufgrund zwischenzeitlicher wissenschaftlicher Ergebnisse des begleitenden Monitoringprogramms (Ziffer 4.3.8) erforderlich geworden sind.

4.3.6 Kosten

Die Betriebe der Trogmuschelfischerei zahlen für jeweils eine Erlaubnis nach § 40 Abs. 1 LFischG und für die damit verbundenen öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen über die Laufzeit dieses Programms einen jährlichen Betrag. Der jährliche Betrag von bis zu 80.000,- DM pro Fanggerät wird bis zum 31.12.2003 festgeschrieben. Der jährliche Betrag pro Fanggerät teilt sich wie folgt auf: 500,- DM pro Jahr für den Verwaltungsaufwand, fällig zum 01. Februar eines jeden Jahres. Erhöhung ab 2007 auf 300,- Euro, ab 2012 auf 330,- Euro. Die Betriebe zahlen als Anrechnung für den wirtschaftlichen Vorteil bei tatsächlicher Ausübung der Fischerei in dem jeweiligen Jahr, fällig zum 01. November eines jeden Jahres: 10.000,-DM für den ersten Fangtag, weitere DM 1.000,- für jeden weiteren angefangenen Fangtag bis zum Höchstbetrag von 40.000,-DM jährlich. Betriebe, die ihren Fang nicht ausschließlich in Schleswig-Holstein verarbeiten lassen, zahlen bei tatsächlicher Ausübung der Fischerei den jeweils zweifachen Betrag, fällig zum 01. November eines jeden Jahres. Erhöhung analog Ziff.4.1.9 ab 2007 auf maximal 24.000,-/48.000,- Euro, ab 2012 auf maximal 27.000,-/54.000,- Euro Der Zahlungen sind anteilig für folgende Zwecke zu verwenden: 50 % für Verwaltungs- und Managementaufgaben und 50 % DM für Monitoringaufgaben.



4.3.7 Suchfahrten

Insbesondere nach kalten Wintern kann es erforderlich werden, dass die Betriebe Suchfahrten im Walschutzgebiet durchführen müssen, um so eine Entscheidungsgrundlage für oder gegen die Aufnahme regulärer fischereilicher Tätigkeit zu haben. Diese Suchfahrten gelten nicht als tatsächliche Ausübung der Fischerei im Sinne von Ziffer 4.3.6. Suchfahrten sind bis spätestens 2 Wochen vor Beginn unter Benennung des dafür vorgesehenen Fahrzeuges der oberen Fischereibehörde anzuzeigen und müssen von dieser genehmigt werden. Die Suchfahrten müssen von einem Hafen der schleswig-holsteinischen Westküste angetreten und auch in einem solchen beendet werden. Das Einlaufen ist fernmündlich oder per Telefax bis spätestens 6 Stunden vor Einlaufen der zuständigen Außenstelle der oberen Fischereibehörde anzuzeigen. Mitarbeitern der oberen Fischereibehörde sowie von ihr beauftragten Personen muss die entgeltliche unentgeltliche Teilnahme an den Suchfahrten gestattet werden.

4.3.8 Monitoring und Forschung

Das Monitoring umfasst die Abschätzung von Lage, Art und Umfang der Seevogelbestände im Walschutzgebiet in zweimonatigen Abständen durch die obere Naturschutzbehörde sowie die exemplarische Bestimmung der Fangzusammensetzung im Herbst eines jeden Jahres durch die obere Fischereibehörde. An Forschungsarbeiten ist über das oben (Ziffer 4.3.2.3) erwähnte hinaus gemäß Ziffer 54 der Leeuwarden Erklärung ein mehrjähriges internationales Forschungsprojekt in Vorbereitung, dessen Beginn jedoch nach mehrfacher Ablehnung durch die Gremien der EU ungewiss ist. Bis zum Ende der Forschungsprojekte wird ein durch folgende Koordinaten (Bezugsdatum WGS 84) begrenztes, ca. 225 ha großes Gebiet als Referenzgebiet für Forschungsarbeiten eingerichtet, in dem die Trogmuschelfischerei grundsätzlich nicht zulässig ist: 54°40,30'N; 08°09,00'O 54°40,30'N; 08°10,45'O 54°39,50'N; 08°10,45'O 54°39,50'N; 08°09,00'O Die obere Fischereibehörde kann zur Unterstützung der Forschungsarbeiten in Teilen dieses Gebietes zeitweise Fischerei zulassen. Die Betriebe der Trogmuschelfischerei unterstützen die Forschungsarbeiten im Rahmen ihrer betrieblichen Möglichkeiten. Die Erlaubnisinhaber verpflichten sich, für die Dauer der Forschungsarbeiten ihre Fahrzeuge im Rahmen der betrieblichen Möglichkeiten für Forschungsarbeiten zur Verfügung zu stellen, jedoch nicht häufiger als an fünf Tagen pro Jahr und Betrieb.

4.3.9 Öffentlichkeitsarbeit

Die Betriebe der Trogmuschelfischerei beteiligen sich an der jährlichen Informationsveranstaltung von Miesmuschelkulturwirtschaft, Austernkulturwirtschaft, oberer Fischereibehörde und oberer Naturschutzbehörde nach Ziffer 4.1.10 und 4.2.8.

Kiel, den 28. Juni 2000

von Plüskow.



Anlage III (Internet-Auszug)

Die Muschelfischerei in Deutschland seit dem zweiten Weltkrieg

Maarten Ruth
Landesamt für Fischerei Schleswig-Holstein
Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

1. Historische Entwicklung
2. Muschelfischerei in den Nachkriegsjahren (1945-1953)
3. Entwicklungsjahre (1954-1979)
4. Zeiten des Booms (1980-1997)
5. Grenzen des Wachstums
6. Zukunft der Muschelfischerei in Deutschland

1. Historische Entwicklung

Muscheln und Schnecken wurden von der Küstenbevölkerung seit jeher als Nahrungsquelle genutzt. Abgesehen von der Fischerei auf Europäische Austern (*Ostrea edulis*) hat es bis Anfang des 20. Jahrhunderts trotz großer Muschelbestände keine gezielte Muschelfischerei zur Deckung des überregionalen Bedarfs gegeben. Mit Ausnahme der Austern lassen Muscheln sich nur wenige Tage außerhalb des Wassers lebendig aufbewahren. Die Transportwege zu den Bevölkerungszentren waren für andere Arten als Austern zu lang, um sie frisch zum Konsumenten transportieren zu können. Zusätzlich sind Austern seit dem Altertum als »sichere« Muscheln im Bewusstsein der Bevölkerung verankert, vermutlich mit folgendem Hintergrund: Austern nehmen giftige Algentoxine nur zu sehr geringen Konzentrationen und nur für kurze Zeit im Körpergewebe auf, während andere Muschelarten diese Toxine, wenn entsprechende Algenarten einmal vorhanden sind, lange im Gewebe behalten und es dadurch gelegentlich zu Durchfallerkrankungen nach Verzehr anderer Arten als Austern kam.

Europäische Austern wurden schon seit Jahrhunderten in den Wattengebieten Ost- und Nordfrieslands gefischt; ihr Fang war adliges bzw. später staatliches Privileg. Der Adel bzw. der Staat verpachtete die Nutzungsrechte an Unternehmer. Durch Beifänge der seit Ende des 19. Jahrhunderts aufkommenden Dampferfischerei in der südlichen Nordsee, u.a. südwestlich von Helgoland, wurde die ohnehin schon intensive Nutzung der dortigen Austernbestände durch englische Segelkutter soweit verstärkt, dass die Bestände in der offenen Nordsee ausstarben. Damit unterblieb der strömungsbedingte Eintrag von Austernlarven in die Wattengebiete und auch die Fänge im Watt nahmen von Jahr zu Jahr ab. Wiederaufstockungsprogramme im Wattenmeer blieben ohne Erfolg, vermutlich, weil



im Watt geborene Larven durch die Strömungen aus dem Watt heraus und weiter nördlich transportiert werden. Auch Zuchtversuche blieben ohne Erfolg. Seit Ende der zwanziger Jahre unseres Jahrhunderts ist die Fischerei auf Europäische Austern im Watt erloschen.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts begann an der ostfriesischen Küste die Anlandung von Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) in größerem Umfang; zunächst wurden die Muscheln jedoch hauptsächlich als Düngemittel, z.B. in der Moorkultivierung eingesetzt. In der Kieler Förde existierte schon seit dem achtzehnten Jahrhundert eine frühe Form der Miesmuschelkulturwirtschaft, die auf dem Abernten von Muscheln, die sich an von den Fischern in den Fördegrund verankerten Bäumen angesiedelt hatten, basierte. Diese Form der Miesmuschelkultur wurde durch die Ansiedlung von Kriegsmarine und Werftindustrie Ende des neunzehnten Jahrhunderts verdrängt.

Mit Anfang des 20. Jahrhunderts wurde die Verwendung von Muscheln als Dünger untersagt, Miesmuscheln galten nun als Nahrungsmittel. Die Nachfrage und damit auch die Anlandungen waren aber noch gering. Dies änderte sich mit dem ersten Weltkrieg. Eiweißhaltige Nahrung wurde knapp, und man besann sich der Miesmuschelvorkommen. Die Nutzung wurde von staatlicher Seite gefördert. Die notwendige Verkehrsinfrastruktur zum Frischmuschelversand sowie Konservierungstechniken wie das Eindosen standen zur Verfügung, und so nahm die Anlandung von Miesmuscheln zur Deckung des Eiweißbedarfs in den Städten raschen Aufschwung.

Nach dem Krieg wurden vor allem in Ostfriesland, aber auch im nordfriesischen Wattenmeer, Versuche angestellt, die von niederländischer Seite in der Oosterschelde entwickelte Methode der Bodenkultur von Miesmuscheln zu übernehmen, die Erfolge blieben jedoch eher bescheiden und die Anlandungen gingen im Vergleich zu Kriegszeiten stark zurück und stagnierten dann bis zum zweiten Weltkrieg. Im Zweiten Weltkrieg wiederholte sich die beschriebene kriegsbedingte Zunahme der Anlandungen.

2. Muschelfischerei in den Nachkriegsjahren (1945-1953)

Nach dem Kriege blieb die Versorgung mit hochwertigen Nahrungsmitteln knapp. Obwohl die im Kriege konfiszierten niederländischen Spezialfahrzeuge zurückgegeben wurden, kam es nicht zu einem völligen Zusammenbruch der Anlandungen, da sich in Nord- und Ostsee zahlreiche Fahrzeuge im Rahmen der gemischten Küstenfischerei an der Miesmuschelfischerei beteiligten. Zusätzlich wurde von einigen Betrieben Sandklaffmuscheln (*Mya arenaria*) angelandet, deren gekochtes Fleisch u.a. in Form einer sog. Muschelwurst verwendet wurde. Dieses Produkt erwies sich aber wegen hohen Sandgehaltes als wenig beliebt und die Sandklaffmuschelfischerei wurde mit der Verbesserung der Nahrungsmittelversorgung wieder eingestellt.

Nach der Währungsreform, kam es, anders als nach dem ersten Weltkrieg, zu einer kontinuierlichen Steigerung der Miesmuschelanlandungen und zu einer markanten Trennung der Entwicklung zwischen dem niedersächsischen und dem schleswig-holsteinischen Wattengebiet. Größere Teile der Bevölkerung hatten in den vergangenen Jahren Miesmuscheln als Nahrungsmittel kennen und schätzen gelernt, vor allem im Rheinland, das seitdem der weitaus größte inländischen Absatzmarkt für Miesmuscheln geblieben ist. Dieser Markt hätte jedoch mühelos von der Miesmuschelfischerei im verkehrsgünstiger gelegenen niedersächsischen Wattenmeer oder niederländischen



Wattenmeer und Oosterschelde versorgt werden können. In diesen Gebieten kam es jedoch ab etwa 1948 zu einem massenhaften Auftreten des parasitischen Copepoden *Mytilicola intestinalis* in den Miesmuscheln. Ein Befall mit diesem Parasiten bleibt für den menschlichen Konsumenten und normalerweise auch für die Miesmuscheln folgenlos, bei Massenbefall jedoch führt er zu einem stark herabgesetzten Fleischgehalt der Miesmuscheln, wodurch die Muscheln ungenieß- und damit auch unvermarktbar werden.

Das schleswig-holsteinische Wattenmeer und auch die westliche Ostsee war von dem Parasitenbefall verschont geblieben, die europaweite Nachfrage nach Miesmuscheln war hoch, und so beteiligten sich sehr viele Fahrzeuge (Spezialfahrzeuge, Garnelenkutter und auch sonstige Schiffe) an der Muschelfischerei, die im Watt überwiegend auf den trockenfallenden Bänken stattfand. Die Muscheln wurden mit der Bahn, aber auch mit Küstenfrachtschiffen in die Oosterschelde, zum Zentrum des mitteleuropäischen Muschelhandels, der Stadt Yerseke transportiert. Die Bestände in Schleswig-Holstein gingen rasch zurück und die Landesregierung sah sich, aufbauend auf mehreren Verordnungen aus der Vorkriegszeit, die das allgemeine Recht auf Fischerei im Bereich von Muschelkulturen aufhoben sowie die Nutzung von Muscheln zu anderen als Ernährungszwecken verboten, gezwungen, zum Schutz der Miesmuschelfischerei und der Miesmuschelbestände Maßnahmen zu ergreifen:

In § 44 der Verordnung zum Fischereigesetz (GVOBL. Schl.-H. S. 155) vom 28. April 1950 wurde der Schutz von Kulturbänken vor Nutzung durch Dritte erneut festgelegt. Die Verordnung über Beschränkungen für die Miesmuschelfischerei vom 4. Dezember 1950 (GVOBL. Schl.-H. S. 294) legte erstmalig Beschränkungen bezüglich der Art der Muschelfangfahrzeuge fest: Diese Fahrzeuge durften einen Bruttoreaumgehalt von 50 cbm nicht überschreiten, maximal zwei Fanggeräte gleichzeitig benutzen und nicht vorher in mit *Mytilicola*-befallenen Gewässern eingesetzt worden sein. In den Gewässern der Flensburger Förde durfte die Motorenstärke 35 PS nicht übersteigen. In Einzelfällen waren Ausnahmen zulässig.

Diese Bestimmungen wurden im Rahmen des Gesetzes zum Schutze der Muschelfischerei (GVOBL. Schl.-H. S. 111) vom 25. August 1953 neu überarbeitet. Muscheln im Sinne dieses Gesetzes waren Austern und Miesmuscheln. Der zuständige Minister wurde zum Erlass von Verordnungen zum Schutze der Wildmuschelbestände ermächtigt. Dies erfolgte in der Verordnung zum Schutze der Wildmuschelbestände gegen übermäßige Befischung (GVOBL. Schl.-H. S. 112) vom 26. August 1953, in der die Bestimmungen bezüglich der technischen Ausstattung von Muschelfangfahrzeugen aus der vorherigen diesbezüglichen Verordnung übernommen wurden. Das Gesetz regelte ferner den Schutz vor dem Einschleppen und Ausbreiten von Krankheiten und Parasiten. Beim Vorliegen bestimmter Voraussetzungen konnte der Minister per Verordnung in Teilen der Küstengewässer den freien Fischfang aufheben und diese Teile zu Muschelkulturbezirken erklären sowie natürlichen oder juristischen Personen die Nutzung dieser Bezirke für die Kulturarbeit erlauben. Das ausschließliche Recht des Landes zur Austernfischerei in den Küstengewässern wurde davon nicht berührt.

Bis Mitte der fünfziger Jahre waren die Kulturen überwiegend auf natürlichen Muschelbänken eingerichtet und boten dem Nutzungsberechtigten damit praktisch exklusive Nutzungsrechte an natürlichen Bänken, so dass man damals eigentlich noch nicht von Miesmuschelkultur sprechen konnte.



3. Entwicklungsjahre (1954-1979)

Ab Mitte der fünfziger Jahre ging der Befall mit *Mytilicola* in Niedersachsen und in den Niederlanden deutlich zurück. Die Miesmuschelfischerei in der Ostsee verlor nach und nach an Bedeutung. Die Fänge in Niedersachsen nahmen wieder zu, aber die Nachfrage war insgesamt so gestiegen, dass in Schleswig-Holstein kein Rückgang der Anlandungen zu verzeichnen war. Unterstützt wurde diese Entwicklung durch die fortschreitende Abkehr von der direkten Anlandung von Wildmuscheln hin zur Erzeugung von höherwertigen Speisemuscheln nach dem niederländischen Verfahren der Bodenkultur.

Bei diesem Verfahren werden Miesmuscheln von ihren natürlichen Standorten mit Hilfe spezieller Netze, den in den zwanziger Jahren von Niederländern entwickelten Miesmuscheldredgen, abgefischt und auf Flächen wieder ausgebracht, von denen die Fischer hofften und erwarteten, dass die Muscheln dort vor Sturm und Eisgang geschützt waren, schneller wuchsen und höhere Fleischgehalte erreichten, als auf den natürlichen Standorten. Mit zunehmender Erfahrung erwies sich, dass im Schutz von Inseln und Sandbänken liegende Flächen mit ständiger Wasserbedeckung, mäßigen Strömungsbedingungen und möglichst festem Grund die besten Ergebnisse in Bezug auf Sicherheit, Wachstum und Fleischgehalt erzielten. Weitere Qualitätsverbesserungen wurden durch optimierte Besatzdichten erreicht; der gefürchtete und preisermindernde Aufwuchs von Seepocken konnte so deutlich verringert werden. Die Verwendung möglichst kleiner Muscheln zum Besatz der Kulturen verbesserte das Verhältnis von auf die Fläche gebrachter zu später abgeernteter Miesmuschelmenge. Es gelang zunehmend, auch Besatzmuscheln aus dem nicht trockenfallenden Teil des Wattenmeeres als zu fischen; die pro Tag erzielbare Menge konnte dadurch gegenüber der Fischerei auf trockenfallenden Flächen deutlich erhöht werden, was natürlich der Rentabilität der Betriebe zugute kam.

Auch die Technik der Fischerei wurde durch die Übernahme niederländischer Entwicklungen verbessert. Neben der kontinuierlichen Einführung von modernem nautischem Gerät (UKW-Funk, Echolot, Radar, Funknavigation) sind hier vor allem Verbesserungen von Windenanlage und Antriebsmaschinen zu nennen. Während das Fanggerät, die Miesmuscheldredge, weitgehend unverändert blieb, erfuhr die Technik zum Ausbringen der Miesmuscheln auf den Kulturen tiefgreifende Änderungen: In den Anfängen wurden die Muscheln noch per Hand ausgebracht, später wurden auch Bagger und dann mechanische Transportbänder verwendet, die sich allerdings als sehr verschleiß- und störungsanfällig erwiesen. Etwa um 1980 erfolgte die Entwicklung flutbarer Laderäume, aus denen die Muscheln mit Hilfe leistungsfähiger Pumpen durch Öffnungen in Höhe der Wasserlinie auf die Kulturflächen ausgespült werden. Dies machte einen wenig arbeitsintensiven, störungsunanfälligen und für die Muscheln schonenden Entladevorgang auf den Kulturen möglich. Der Spezialisierungsgrad der Fahrzeuge war in Schleswig-Holstein am ausgeprägtesten, in Niedersachsen wurden wesentlich länger Fahrzeuge eingesetzt, die sowohl Muschelfischerei als auch Garnelen- und Plattfischfang durchführen konnten. Zur Qualitätsverbesserung trug auch die Einführung von Entsandungsverfahren, sowohl an Bord als auch an Land, bei.



Es war ein langer Weg, bis Kulturarbeit und Fischereitechnik soweit entwickelt waren, und der Beruf des Miesmuschelfischers erschien lange Zeit als nicht besonders lukrativ und war es wohl auch nicht. Ein Grund hierfür war, dass der inländische Verbrauch von Miesmuscheln relativ niedrig war, und die Miesmuschelfischerei daher von der Nachfrage in den Nachbarländern, hier vor allem Belgien und Frankreich, abhängig war. Dieser Markt war und ist aber traditionell in der Hand des niederländischen Muschelhandels, der sich in Yerseke (Südholland) einen leistungsfähigen, verbrauchernahen und mit allen erforderlichen Ausstattungen versehenen Handels- und Produktionsstandort eingerichtet hatte. Größere Mengen von Miesmuscheln aus Deutschland wurden nur benötigt, wenn die Anlandungen in den Niederlanden gering waren. Diese schlechten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen spiegeln sich auch in zunächst rückläufigen Anzahlen der Betriebe, häufigen Betriebsaufgaben sowie in nur mäßig steigenden Anlandemengen und Kulturflächen wieder:

Für den Beginn der fünfziger Jahre ist nicht genau zu ermitteln, wie viel Fahrzeuge sich an der Miesmuschelfischerei beteiligten, alleine in Schleswig-Holstein waren es nach Aufzeichnungen des Fischereiamtes etwa 50. Ende der fünfziger Jahre waren in Deutschland nur noch etwa 25 Fahrzeuge in der Muschelfischerei tätig, die Fläche der Kulturen betrug etwa 300 ha. Als mittlere jährliche Anlandungen waren von 1955-1959 8059 t zu verzeichnen.

In den sechziger Jahren waren 21 Fahrzeuge mit Längen zwischen 15 und 17 m und Motorleistungen von 75-125 PS tätig, die bewirtschaftete Kulturfläche stieg bis Ende der sechziger Jahre auf ca. 917 ha an. Die mittleren Anlandungen betrugen 7.673 t (1960-1964) bzw. 9.594 t (1965-1969).

Anfang der siebziger Jahren fing die vorhergehende Änderung des Rechtsstatus der Muschelfischerei an, sich auszuwirken: Durch das Bundeswasserstraßengesetz vom 2. April 1968 (BGBL. II S. 173) wurde die Ausdehnung des Eigentums des Bundes am Küstenmeer, u.a. auch an den dort vorkommenden Muscheln, festgelegt. Nach §1 Abs. 3 Ziffer 2 wurden die Länder dazu ermächtigt, das Eigentum des Bundes an den Seewasserstraßen unentgeltlich u.a. zur Ausübung der Muschelfischerei zu nutzen. Damit war auch der Fang von anderen Muscheln als Austern kein allgemeines Recht mehr sondern vielmehr ein im Einzelfall an Dritte übertragbares Recht der Länder. Die Länder haben diese Möglichkeit bald genutzt: Die Ausübung jeglicher Muschelfischerei in den Küstengewässern ist seither von der Erteilung einer Erlaubnis (Lizenz) durch die Länder abhängig.

Die Anzahl der zur Miesmuschelfischerei eingesetzten Fahrzeuge sank auf 15, die technischen Neuerungen führte zu Fahrzeuglängen zwischen 15 und 23 m, und die Leistung war auf 90 bis 240 PS gestiegen. Ende der siebziger Jahre waren etwa 1350 ha als Kulturen ausgewiesen. Die mittleren Anlandungen betrugen 10.050 t (1970-1974) bzw. 14.187 t (1975-1979). Die Entsandungs- und Verarbeitungsanlagen an Land gewannen zunehmend an Bedeutung u. a. auch für die Qualität der gelieferten Miesmuscheln.

Im betrachteten Zeitraum entwickelten sich zwei weitere Fischereien auf andere Muschel- bzw. Schneckenarten, nämlich die Fischerei auf Herzmuscheln (*Cerastoderma edule*) und die auf Wellhornschnellen (*Buccinum undatum*).



Herzmuschelfischerei wurde bis zur Einführung der in den Niederlanden entwickelten Fischereimethode mit Hilfe sog. hydraulischer Dredgen, bei der die im Sediment lebenden Herzmuscheln mit Hilfe eines Wasserstrahles in einen Fangkorb gespült und daraus kontinuierlich in Sortiereinrichtung und Laderaum gepumpt werden, nur gelegentlich mit Hilfe von Harken und Forken auf den trockenfallenden Wattflächen ausgeübt. Die neue Technik erlaubte nun den ökonomisch erfolgreichen mechanischen Herzmuschelfang. Dieses Verfahren wurde in Deutschland ab 1973 eingesetzt. Es wurden Anlandungen bis zu etwa 6.400 t pro Jahr (1974) erzielt, die Mengen schwankten jedoch sehr stark von Jahr zu Jahr, da diese Fischerei ausschließlich von natürlichen Beständen abhängig ist, diese im Verlauf von strengen Wintern regelmäßig vollständig zusammenbrechen und die Fischerei daher in manchen Jahren überhaupt nicht ausgeübt werden konnte. An der Fischerei waren maximal 8 Fahrzeuge mit Längen zwischen 15 und 35 m beteiligt.

In der Wellhornschneckenfischerei waren vom Jahre 1951 an ein bis zwei Betriebe tätig. Der Fang erfolgte mit Hilfe von speziellen, kettenbewehrten Netzen. Die Fänge steigerten sich bis 1971 bis auf 448 t. Die Fischerei war jedoch immer starker internationaler Konkurrenz ausgesetzt. Wellhornschnecken sind zudem im Gegensatz zu allen anderen in Deutschland genutzten Weichtierarten langsamwachsende und spät geschlechtsreif werdende Tiere mit niedriger Fortpflanzungsrate, so dass schon von der Biologie dieser Art her keine bedeutend steigerbaren Fangmengen zu erwarten waren. Die Fischerei wurde mangels ökonomischen Erfolges ab 1974 eingestellt.

Auch die Austernfischerei wurde wieder aufgenommen, allerdings nicht als Wildmuschelfischerei sondern vielmehr als Aufzucht von pazifischen Austern (*Crassostrea gigas*) in Nord- und Ostsee. Die Aktivitäten blieben zunächst ohne ökonomische Bedeutung.

4. Zeiten des Booms (1980-1997)

Nachdem nun die diversen Fischereiverfahren praktisch und technisch beherrscht wurden, die europaweite Nachfrage nach Muscheln aller Art durch die erfolgreichen Bemühungen niederländischer Handelsorganisationen kontinuierlich angestiegen war und der Kreis der Erzeuger in Deutschland durch die restriktive Lizenzerteilung klein gehalten wurde, waren alle Voraussetzungen für eine wirtschaftlich außerordentlich erfolgreiche Fischerei gegeben.

Die Herzmuschelfischerei blieb wegen des beschriebenen Winterrisikos jedoch ein unsicheres Geschäft, vor allem in Schleswig-Holstein, wo wegen der geographischen Lage häufiger mit strengen Wintern zu rechnen ist. Die wenigen Spezialfahrzeuge wurden in »schlechten« Jahren überwiegend in den Niederlanden, wo strenge Winter nicht so häufig auftreten, eingesetzt. In der ersten Hälfte der achtziger Jahre erreichten die Fänge maximal ca. 12.500 t (1983); diese Menge wurde ausschließlich aus dem niedersächsischen Wattenmeer angelandet.

In der ersten Hälfte der achtziger Jahre wurden verstärkt Versuche unternommen, die Zucht von pazifischen Austern zu einem auch ökonomisch erfolgreichen Zweig der Muschelwirtschaft zu entwickeln. Dieses Vorhaben wurde von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg maßgeblich gefördert.



Die Miesmuschelfischerei konnte durch gestiegenes »Know How« endlich große Mengen Miesmuscheln hoher Qualität anbieten. Die Produktionstechnik erlaubte dies zu konkurrenzfähigen Preisen, so dass die betriebswirtschaftlichen Aussichten für die Betriebe günstig erschienen. Zunächst erfolgte daher eine Neubau- und Modernisierungswelle. Die Entladetechnik mit flutbaren Laderäumen wurde allgemein eingeführt, und machte deutlich größere Fahrzeugen schon bei gleichbleibender Ladekapazität erforderlich. Wirtschaftlicher war es allerdings, gleichzeitig auch die Ladekapazität zu erhöhen, so dass ab Mitte der achtziger Jahre fast alle 13 verbliebenen Fahrzeuge Neubauten oder aber modernisierte und vergrößerte Fahrzeuge mit Längen um die 35 m und Antriebsleistungen bis zu etwa 600 PS waren. Die Tragfähigkeit dieser Fahrzeuge umfasst zwischen 100 und 200 t Muscheln, diese Kapazität wurde aber nur selten ausgenutzt, da es bei den maximal 4 gleichzeitig einsetzbaren Dredgen nur selten gelingt, innerhalb eines Tages solche Mengen zu fangen.

Die Modernisierung erforderte aber viel Kapital. Die Deckung des Finanzbedarfs wurde durch die schrittweise ansteigende Beteiligung von niederländischen Muschelfirmen an den in Deutschland tätigen Muschelbetrieben ermöglicht. In Schleswig-Holstein wurde die Vergabe von Fangerlaubnissen an solche Betriebe von der Schaffung von Verarbeitungskapazitäten vor Ort mit den daran gebundenen Arbeitsplätzen abhängig gemacht. In der Folge wurde zunächst die bestehende Entsandungsanlage in Emmelsbüll (Kreis Nordfriesland) ausgebaut.

Durch die Beteiligung niederländischer Betriebe war zudem eines der Haupthindernisse für die Entwicklung der deutschen Miesmuschelfischerei entfallen: Der fast unbegrenzte Absatz auf dem lukrativen belgischen und französischen Markt war nun möglich. Die Rolle der in Deutschland tätige Betrieb wandelte sich langsam vom Zulieferer im Bedarfsfall hin zu einem Wirtschaftszweig, der regelmäßig die gesamte Produktion zu marktgerechten Preisen absetzen konnte. Durch die Modernisierung, die Verbesserung der Absatzsituation sowie die schrittweise bis Mitte 1985 auf insgesamt 2.273 ha angewachsene Kulturfläche konnten die Durchschnittsanlandungen 1980-84 auf 26.089 t und damit deutlich gesteigert werden. In dieser Menge waren aber immer noch größere Mengen von Wildmuscheln niedrigerer Qualität enthalten.

Diese fischereilich gesehen heile Welt wurde durch die Einführung der Wattenmeernationalparke in Niedersachsen und Schleswig-Holstein im Jahre 1985 zunächst nur wenig getrübt, da die entsprechende Verordnung bzw. das Gesetz, wie auch vom Gesetzgeber vorher der betroffenen Bevölkerung versprochen, für die Fischerei keinerlei tatsächlichen Beschränkungen enthält, im Gegenteil, zumindest Fischerei auf Miesmuscheln wird ausdrücklich als zulässig erklärt. In Schleswig-Holstein ist dies sogar in einem eigenen Paragraphen (Nationalparkgesetz §6, GVOBl. Schl.-H. S. 202) verankert. Lediglich Art und Umfang der Miesmuschelfischerei in der Zone 1 des Nationalparks ist auf den Zustand vor der Gründung des Nationalparks festgeschrieben. Außerhalb der Zone 1 konnte nach Recht und Gesetz die Kulturfläche weiter erhöht werden, was, immer im Einvernehmen mit der Nationalparkverwaltung, dann auch geschah: 1989 waren im deutschen Wattenmeer etwa 3.800 ha Kulturfläche ausgewiesen, und in Schleswig-Holstein erklärte sich die Fischerei im Vertrauen auf den Gesetzestext und dem darin nicht beschränkten Fortentwicklungspotenzial für ihre Branche sogar freiwillig bereit, ihre etwa 300 ha Kulturen auf eigene Kosten und eigenes Risiko von der Zone 1 in die Zone 3 des



Nationalparks zu verlagern. Es galt die politische Zusage, über diese Verlagerung hinaus keine weiteren Einschränkungen der Muschelfischerei einzuführen.

Von 1985 bis 1989 wurden durchschnittlich 24.925 t Miesmuscheln pro Jahr aus dem deutschen Wattenmeer angelandet, nun zum größten Teil von Kulturen. Einige der insgesamt nach wie vor 13 Fahrzeuge waren durch Neubauten ersetzt worden, ohne dass an den Leistungsmerkmalen wesentliche Änderungen zu verzeichnen waren.

Die Entsandungsanlage in Emmelsbüll (Kreis Nordfriesland) war zwischenzeitlich zu einer modernen Muschelverarbeitungsanlage entwickelt worden, in der Miesmuscheln entsandet, gekocht und zu Halbfertig- bzw. Endprodukten verarbeitet werden. Weitere, wenn auch kleinere Anlagen befanden sich in Husum, Bredstedt und Büsum. Ein niederländischer Investor bemühte sich um die Errichtung einer weiteren Verarbeitungsanlage. Zunächst war als Standort Büsum (Kreis Dithmarschen) vorgesehen.

Die Miesmuschelfischerei in der Ostsee blieb ohne Bedeutung. Die Fänge von wildlebenden Miesmuscheln blieben im Jahresdurchschnitt gering, und Experimente mit Bodenkultur sowie mit Hängekulturen in der freien Wassersäule führten nicht zu dem gewünschten ökonomischen Erfolg.

Die Austernzucht wurde inzwischen technisch beherrscht. Neben einigen kleineren Zuchten, die von Privatpersonen als Nebenerwerb betrieben wurden, sind drei Standorte mit bedeutenderer Produktion (List auf Sylt, Norderney, Langballigau an der Flensburger Förde) zu nennen. Der große ökonomische Erfolg blieb jedoch in Anbetracht hoher Produktionskosten und kostengünstiger niederländischer und französischer Konkurrenz aus, so dass in der Folge einige Betriebe wieder aufgaben.

Die Naturschutzverbände hatten, unterstützt von staatlichem Naturschutz, Presse und dadurch aufgeregter Öffentlichkeit, seit etwa Mitte der achtziger Jahre angefangen, Druck auf die politischen Entscheidungsträger in Richtung Reduzierung oder Aufgabe der Muschelfischerei auszuüben. 1989 hatten sie »endlich« einen ersten Erfolg: Obwohl alle bis dahin vorliegenden diesbezüglichen Gutachten keine Hinweis auf nachhaltigen Einflüsse auf das Wattenmeer erbracht hatten, entschloss sich das Land Schleswig-Holstein um die Jahreswende 1989/90 herum, bis auf weiteres keine Erlaubnisse zur Herzmuschelfischerei mehr zu erteilen.

Dieser Vorgang, der wegen der geringen wirtschaftlichen Bedeutung der Herzmuschelfischerei in Schleswig-Holstein mehr als wirtschaftsneutrales Zugeständnis an Naturschutzforderungen denn als Reaktion auf nachgewiesene Schädlichkeit dieses Fischereizweiges anzusehen ist, hatte zur Folge, dass die Naturschutzverbände verstärkt propagierten, die Herzmuschelfischerei sei von besonderer Schädlichkeit für das Wattenmeer. Mit Erfolg: Nachdem diese an sich unbewiesene Behauptung durch ständige öffentliche Wiederholung scheinbar Fakt geworden war, wurde 1992 auch im niedersächsischen Nationalpark die Herzmuschelfischerei eingestellt. Der verbliebene Betrieb hatte 1990 und 1991 noch mit einem neu erbauten Spezialfahrzeug ca. 5.700 bzw. ca. 4.000 t Herzmuscheln angelandet, er wurde für die Aufgabe der Fischerei entschädigt.

In der ersten Hälfte der neunziger Jahre waren darüber hinaus noch drei Entwicklungen zu verzeichnen. Die Miesmuschelfischerei konnte mit den insgesamt 13 Fahrzeugen auf



weitgehend unveränderter Kulturfläche im Schnitt der Jahre 1990-1994 etwa 26.109 t Miesmuscheln pro Jahr anlanden. In Schleswig-Holstein kam es zum Entzug zweier Fangerlaubnisse, da diese an den Betrieb einer jetzt in Dagebüll (Kreis Nordfriesland) geplanten Verarbeitungsanlage gebunden waren, und diese Auflage zwischenzeitlich noch nicht erfüllt worden war.

Als einziger nennenswerter Austernzuchtbetrieb hat sich die Firma mit Sitz in List auf Sylt halten können. Es war ihr gelungen, die hohen Kosten, die durch die in den nördlichen Breiten erforderlichen Überwinterung der Austern in überdachten Becken entstehen, durch eine erfolgreiche Vermarktungskampagne für die dort gezüchteten Qualitätsaustern auszugleichen.

Seit 1992 hatte die Muschelfischerei im nördlichen Teil der Deutschen Bucht mit der Dickschaligen Trogmuschel (*Spisula solida*) ein neues Fangobjekt ausgemacht und auch genutzt. Der Fang erfolgte außerhalb der Küstengewässer, so dass eine Fangerlaubnis des Bundes erforderlich war. Der Fang erfolgte mit Hilfe von gecharterten niederländischen Spezialfahrzeugen, die Fangmethode entsprach der zur Herzmuschelfischerei verwendeten. Insgesamt wurden sechs Fangerlaubnisse erteilt. Die Fänge wurden überwiegend nach Spanien exportiert und stiegen von etwa 400 t (1992) auf über 7.000 t (1995) an. Mit der Erweiterung der Küstengewässer auf 12 Seemeilen (1. Januar 1995) verlagerte sich die Zuständigkeit für die Trogmuschelfischerei vom Bund auf die Länder. Da alle nennenswerten Bestände im Bereich der schleswig-holsteinischen Küstengewässer lagen, erteilte nun das Land Schleswig-Holstein den bisherigen Erlaubnisinhabern neue Fangerlaubnisse. Im Verlauf des sehr strengen Winters (1995/96) sind dann alle erreichbaren Bestände der Dickschaligen Trogmuschel den ungewöhnlich kalten Wasser zum Opfer gefallen; die Fischerei auf Dickschalige Trogmuscheln ruht seitdem, wenn auch die Fangerlaubnisse weiter aufrechterhalten werden.

Die Miesmuschelfischerei konnte im Zeitraum von 1995-1997 im Mittel 26.047 t pro Jahr anlanden; es handelte sich hierbei nun fast ausschließlich um Miesmuscheln von Kulturen. Nach langen Bemühungen und Auseinandersetzungen konnte endlich die Verarbeitungsanlage in Dagebüll als Frischmuschelverarbeitung in Betrieb genommen werden; die zwei ruhenden Fangerlaubnisse wurden daraufhin wieder erteilt. Während in Niedersachsen noch Neubautätigkeiten zu verzeichnen waren, wurden in Schleswig-Holstein in Anbetracht der immer heftiger werdenden Angriffe seitens des privaten und zunehmend auch des staatlichen Naturschutzes und den damit verbundenen unsicheren Zukunftsaussichten keine Neubaufträge mehr erteilt, und auch die dringend notwendige Modernisierung der Muschelkocherei in Emmelsbüll unterblieb bis 1997.

5. Grenzen des Wachstums

1996 erreichte die Diskussion über den Nutzungskonflikt zwischen Naturschutzinteressen im Nationalpark und der Muschelfischerei in Schleswig-Holstein ihren vorläufigen Höhepunkt. Das neue Landesfischereigesetz vom 10. Februar 1996 (LFischG, GVOBl. Schl. H. S. 211) löste die bisherigen gesetzlichen Grundlagen der Muschelfischerei ab. In diesem Gesetz wurde u.a. festgelegt, dass die Muschelfischerei der (öffentlich-rechtlichen) Erlaubnis des Landes bedarf und dass zur Nutzung dieser Ressourcen ein Programm durch die oberste Fischereibehörde aufgestellt werden soll. Falls es sich um Muschelfischerei in Nationalparks oder Naturschutzgebieten handelt, muss dieses Programm im



Einvernehmen mit der obersten Naturschutzbehörde erstellt werden. Muschelkulturflächen dürfen grundsätzlich nicht auf trockenfallenden Wattflächen sowie in der Kernzone des Nationalparks angelegt werden. Die Ausweisung von Muschelkulturflächen in Naturschutzgebieten und Nationalparks bedarf des Einvernehmens mit der obersten Naturschutzbehörde.

Nach über einjährigen Verhandlungen zwischen oberster Fischereibehörde, Fischereivertretern und oberster Naturschutzbehörde, begleitet von erheblichem öffentlichen, über die Medien ausgetragenen Druck, verschärft durch neue Mehrheitsverhältnisse im Landesparlament, wurde Anfang Februar 1997 das »Programm zur Bewirtschaftung der Muschelressourcen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer« fertiggestellt. Das Programm beinhaltet starke Einschränkungen für die Muschelfischerei: Im Nationalpark ist nur noch die Nutzung von Miesmuscheln und Austern erlaubt, beides nur als Miesmuschelkulturwirtschaft. Es werden maximal 8 Fangerlaubnisse für Miesmuscheln erteilt. Die Austernkulturwirtschaft wird auf einen Betrieb mit maximal 30 ha Flächenbedarf begrenzt.

Miesmuscheln dürfen nur noch zum Besatz der Kulturen gefischt werden. Diese Besatzmuschelfischerei ist nur noch im nicht trockenfallenden Teil des Nationalparks zulässig. Die Zone 1 des Nationalparks ist mit Ausnahme dreier kleiner Bereiche ebenfalls für die Besatzmuschelfischerei gesperrt. Damit hat die Miesmuschelfischerei etwa 65% der vorher für die Besatzmuschelfischerei zur Verfügung stehenden Fläche verloren. Der schon vorher bestehenden Zeitraum mit Anlandeverbote für Miesmuscheln (15.04. bis zum 31.07) wurde auf die Zeit vom 15.04.-14.07. verschoben und es kam eine Besatzmuschelchonzeit vom 1.05. bis 30.06. hinzu. Die vorher bestehende Mindestmaßregelung wurde durch eine Mindestverweildauer der Miesmuscheln auf den Kulturen in Form einer Stichtagsregelung ersetzt. Alle diese räumlichen und zeitlichen Regelungen werden durch einen elektronischen Fahrtenschreiber, der sog. Blackbox, überwacht. Die Kosten hierfür trägt die Miesmuschelfischerei. Zu erwähnen sind auch noch die stark gestiegenen Gebühren: Die Miesmuschelfischerei zahlt für die 8 Fangerlaubnisse sowie für die Nutzung der Muschelkulturflächen 460.000.- DM pro Jahr an das Land Schleswig-Holstein. Die Fläche der Miesmuschelkulturen wird bis zum 31.12.2006 von vorher ca. 2.750 ha auf 2000 ha reduziert.

Neben diesen starken Beschränkungen der Muschelwirtschaft im Nationalpark enthält das Programm aber auch einen wesentlichen Vorteil für die Fischerei: Die Regelungen des Programms sind in einem öffentlich-rechtlichen Vertrag zwischen Land und Muschelfischerei aufgenommen worden, der eine Laufzeit bis zum 31.12.2006 hat. Damit ist zumindest für einen Zeitraum von 10 Jahren Rechtssicherheit für die Muschelfischerei hergestellt worden. Durch diese Rechtssicherheit wurde ein Investitionsschub ausgelöst: Lange aufgeschobene Modernisierungs- und Neubauvorhaben auf der Fahrzeugseite wurden eingeleitet. Die neue Generation von Miesmuschelfangfahrzeugen wird mit neuartigen, von niederländischer Seite entwickelten Spül- und Sortiereinrichtungen ausgestattet werden, die eine schonendere Miesmuschelfischerei erlauben, aber auch zu größeren Fahrzeugen bei insgesamt gleichbleibender Ladekapazität führen wird. Die Muschelverarbeitungsanlagen wurden grundrenoviert bzw. erweitert.

Erst die Zukunft wird zeigen, wie groß die ökonomischen Einbußen durch die neuen Regelungen sein werden. Jegliche Expansion der Muschelfischerei im Nationalpark ist zumindest bis zum Ablauf des Vertrages unmöglich geworden. Eine Reaktion auf



zukünftig geänderte Nachfrage, z.B. nach Austern oder anderen, z.Zt. noch nicht genutzten Arten, ist nicht mehr möglich.

Zusätzliche Unsicherheit besteht durch die Pläne der Landesregierung, den Nationalpark im Rahmen einer Novelle des Nationalparkgesetzes neu zu zonieren und zu erweitern. Auch wenn diese Neuregelungen erst nach Ablauf des öffentlich-rechtlichen Vertrages greifen können, so würde eine Umsetzung der derzeit kursierenden Pläne ein Ende des fast hundertjährigen Wirtschaftszweiges Muschelfischerei an der schleswig-holsteinischen Westküste bedeuten.

Auch in Niedersachsen bestehen Pläne, im Jahre 1998 die Miesmuschelfischerei neu zu regeln. Ob es hier nach schleswig-holsteinischem Vorbild gelingt, den Wirtschaftszweig zumindest vorläufig vor den völlig überzogenen Naturschutzansprüchen zu retten, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch völlig offen.

6. Zukunft der Muschelfischerei in Deutschland

Kann es denn unter den derzeitigen Rahmenbedingungen eine Weiterentwicklung der Muschelfischerei in Deutschland noch geben? Von den ökonomischen Rahmenbedingungen her ist dies sicherlich möglich. Die Nachfrage nach Muscheln aller Art steigt innerhalb der EU. Die Produktion ist geringer als die Nachfrage, die EU ist Netto-Importeur von Muscheln. Da die Produktionsmöglichkeiten im Bereich der deutschen Nordseeküste durch die fast vollständige Umwandlung in Nationalparke stark eingeschränkt worden sind, bleibt also die Frage, wo überhaupt noch eine Entwicklung möglich ist, und welche Arten als Fangobjekt in Betracht kommen.

Hier ist zunächst die deutsche Ostseeküste von der Flensburger Förde bis etwa Fehmarn zu nennen, an der ein gewisses Potential für die Anlage von Miesmuschelkulturen nach dem Langleinenprinzip (Hängekulturen) besteht. Die Einrichtung solcher Kulturen ist kostenintensiv und ökonomisch riskant. Nach den durchgemachten Erfahrungen an der Nordseeküste dürfte schon die laufende Diskussion über die Einrichtung von Großschutzgebieten an der Ostseeküste potentielle Investoren abschrecken. In den Küstengewässern der Nordsee, außerhalb der Nationalparke, könnte neben der Trogmuschelfischerei auch noch die Entwicklung einer Fischerei auf die in den vergangenen Jahrzehnten eingeschleppte Amerikanische Schwertmuschel (*Ensis directus*) lohnend sein, da für diese Art in Südeuropa extrem hohe Preise bezahlt werden. Aber auch dieser Meeresbereich wird vom Naturschutz beansprucht: Im geplanten »Walschutzgebiet« westlich der Inseln Amrum und Sylt, einem Gebiet mit hohem Trog- und Schwertmuschelvorkommen, soll jegliche »Ressourcennutzung« verboten werden. In der Terminologie des Naturschutzes ist hiermit u.a. auch jegliche Muschelfischerei gemeint.

Es bleibt also nur noch die offene Nordsee jenseits der 12 Seemeilen Zone. Auch hier könnten, allerdings mit stark zunehmenden technischen Aufwand, einige Muschelarten fischereilich genutzt werden. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt jedoch, dass auch hiergegen erhebliche Widerstände seitens des privat oder staatlich organisierten Naturschutzes, begründet mit fundamentalen Gesichtspunkten und unscharf formulierten EU-Richtlinien, nicht jedoch mit Sachargumenten, auftreten würden.



Bei pessimistischer Sicht der Dinge ist also langfristig mit eher schlechten Zukunftsaussichten für die deutsche Muschelfischerei zu rechnen. Dies kann nur geändert werden, wenn in Zukunft in der Diskussion über Naturschutzmaßnahmen mehr die tatsächlichen Notwendigkeiten als die ideologischen Ziele eine Rolle spielen. Die Handlungsmaxime des Natur und Umweltschutzes »global denken ? lokal handeln« wird im Falle der Muschelfischerei zur Zeit so angewendet, dass hier, vor deutschen Küsten, wo ein außerordentlich robustes Ökosystem vorliegt, dessen Ressourcen durch ein wirkungsvolles Management naturverträglich genutzt werden könnte, keine Muschelfischerei stattfinden kann, während die Muscheln, die in der EU verzehrt werden, aus tropischen, sehr empfindlichen, schlecht bis gar nicht gemanagten und sehr weit entfernt liegenden Ökosystemen stammen. Dies kann nicht das Ziel eines vernünftigen, vermittelbaren Umwelt- und Naturschutzes sein!



Anlage IV

August Jakobs
Steenodde/Amrum

1979

DAS NORDFRIESISCHE WATTENMEER

In den vergangenen 36 Jahren habe ich als Kapitän das nordfriesische Wattenmeer auf etwa 2.000.000 sm zwischen Sylt und Eiderstedt, ob Tag oder Nacht, ob Nebel oder Orkan, ob Eis oder Schnee laufend beobachten müssen. Nur diese ständige Beobachtung der Veränderungen des Wattes gab mir die entscheidenden Anhaltspunkte für die Beurteilung, wann ich wo mit dem Schiff fahren konnte.

Das nordfriesische Wattenmeer hat eine
Gesamtfläche von 190.000 ha
davon fallen trocken 106.000 ha
weitere Flächen vor den Außensänden .. 50.600 ha

Halligen	2.300 ha
Außensände	3.800 ha
Vorländereien	<u>8.000 ha</u>
	14.100 ha
	=====

Bei jeder Tide strömen 5.000.000.000 m³ Wasser in das nordfriesische Wattenmeer ein und aus. Durch die Niveauverschiebung (Senkung des Meeresbodens) um 2,5 bis 3 mm jährlich erhöht sich dieses Einflußvolumen pro Jahr um 5.000.000 m³ bei jeder Tide.

Der mittlere Tidenhub beträgt etwa 3 m. Auf den trockenfallenden Flächen, etwa 100.000 ha, findet auf der äußeren Hälfte eine starke Erosion statt. Jedes Jahr wird der Meeresboden von Wind, Eis und Wellen um etwa 10 mm abgetragen. Dieser Abtrag muß aber nun bei jeder Tide zusätzlich mit Wasser aufgefüllt werden, so daß bis zum Verschwinden dieser erhöhten Wattflächen sich das Einflußvolumen pro Tide jährlich um weitere 5.000.000 m³ erhöht. Zur Zeit beträgt die mittlere Auffüllhöhe infolge der noch bestehenden Watthöhe etwa 2 m. Der Abtrag durch Erosion auf der durchschnittlich ca. 1 m hohen Wattfläche braucht zur Zeit rechnerisch noch 100 Jahre bis zum restlosen Verschwinden der mittleren und äußeren Wattflächen.

Die Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit der Gezeiten ist beträchtlich. Dieser Strömungsgeschwindigkeit stehen die äußeren Querschnitte der Einfluß- bzw. Ausflußströme entgegen, so daß an den äußeren



- 2 -

Inseln und Außensänden starke Substanzverluste zu verzeichnen sind; besonders stark vertreten ist es an den Inseln Sylt, Amrum und den Außensänden. Die Ursache für diese Erosionen sind Stürme (Aufwühlen des Meeresbodens), Eisgang (Geschiebe, mehrere ha große Flächen mit zigtausend Tonnen Gewicht pflügen den Wattboden bei Ebbe- und Flutstrom 2 x täglich auf), sowie Anfrieren des Wattenbodens am Eis und Abtransport bei Ebbe in die Nordsee.

Bei orkanartigen Stürmen befindet sich das 200 - 300 fache an Sedimenten im Wasser. Das Echolot eines Schiffes dringt selbst bei geringen Wassertiefen mehrere Tage danach nicht zum Meeresboden durch.

Derzeitige Möglichkeiten, diese negativen Erscheinungen zu bremsen, ist Landgewinnung. Hier helfen Dammbauten, in denen sie ruhige Zonen zur Gewinnung schaffen. Bei einer normalen Tide laufen 5.000.000.000 m³ täglich zweimal mit steigender Tendenz ein und aus. Während einer orkanartigen Sturmflut mit 3 m über MTH ist es die 2 1/2-fache Menge, also 12.500.000.000 m³, die in 6 Stunden mit der 2 1/2-fachen Strömungsgeschwindigkeit von draußen hereindrückt.

Hier können nur Eindeichungen Abhilfe schaffen, denn je 1000 ha verringert sich die Einflußmenge um 30.000.000 m³. So stehen wir heute nur noch vor der Alternative, ob wir wenige Prozent Wattenfläche aufgeben wollen oder auf Dauer das gesamte nordfriesische Wattenmeer mit seinen Halligen und Inseln verlieren wollen.

Landgewinnung mit allen Mitteln und Eindeichungen - soviel wie möglich - sind die einzigen Möglichkeiten, unser Wattenmeer in seiner Einmaligkeit zu erhalten und zu verhindern, daß die nordfriesische Küste in 70 bis 100 Jahren ein Seestrand sein wird.

Bei einer Vorverlegung der Deichlinie ist zu bedenken, daß auch der Rückstau der Flut vorverlegt wird. Aus diesem Grunde werden die Halligwarften nochmals erhöht werden müssen. Bei den Halligen ist außerdem zu beachten, daß eine Niveauverschiebung, wie beim Wattboden, nicht zu beobachten war. Die Absenkung des Bodens wurde bei den Halligen ohne Sommerdeich jahrhundertlang durch die Ablagerung von Sedimenten bei Überflutungen ausgeglichen. Ob dies auch bei den Halligen mit Sommerdeich und damit mit wenig übertretenden Fluten in Zukunft geschehen wird, muß sorgfältig beobachtet werden. Jedenfalls ist anzunehmen, daß bei den Halligen nach einer Überflutung in der durch den Sommerdeich gebildeten Wanne eine längere Ablagerung der Sedimente im ruhigeren Wasser möglich sein wird. Nicht nur direkt, sondern auch indirekt werden die Halligen durch die Watterosion gefährdet. Früher waren wesentlich größere Watt-



- 3 -

flächen mit Seegras bewachsen. Auf dem tiefergegangenen Wattboden konnte es nicht mehr gedeihen. Das Seegras war allerdings die Hauptnahrung der durchziehenden Ringelgänse. Sie mußten zwangsläufig ihre Freßgewohnheiten umstellen, als das Seegras zurückging. Heute ernähren sich die Ringelgänse vom Gras der Halligen und Vorländereien. Insbesondere im Frühjahr kommt es daher zu großflächigen Kahlfraßschäden auf den Halligen. Nicht der Verlust an Gras (Heu) ist besorgniserregend, sondern die dadurch hervorgerufene Absenkung des Halligniveaus. Die im Winter infolge der Überflutungen abgelagerten Sedimente sind noch nicht mit dem Boden "verwachsen". Auf den abgefressenen, kahlen Flächen wächst kein Halm mehr. Wo kein Gras wächst, können sich keine Sedimente halten, da die Funktion des Grasteppichs als Schlickfänger entfällt. Bei Sturmfluten wird der Halligboden aufgerissen und abgetragen, da er nicht mehr durch das verklettete Wurzelwerk der Grasnarbe zusammengehalten wird. Durch Landgewinnung und durch Köge, die als Naturschutzgebiete Rast-, Brut- und Nahrungsreservate bieten würden, könnten die Halligflächen von den nahrungssuchenden Großschwärmen entlastet werden. Daß dieser Faktor von Bedeutung ist, mag folgendes Beispiel verdeutlichen: Die Hallig Langeneß ist etwa 800 ha groß. Von den Ringelgänsen werden bis zu 250 ha, das ist etwa ein Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche, kahlgefressen. Die Unterbrechungen in der Landgewinnungsarbeit während und nach den beiden Weltkriegen von insgesamt 35 Jahren haben wesentlich dazu beigetragen, daß die Ringelgänse ihre Nahrung auf den Halligen suchen müssen und damit den Bestand der Halligen gefährden.

Auch dieses Beispiel zeigt, wie alle anderen Umstände auch, daß der Kampf gegen die Elemente nicht einmal in einer so kurzen Zeitspanne unterbrochen werden darf. Schon eine Unterbrechung von 35 Jahren hat wesentlich zur Beschleunigung der Erosion beigetragen. Nicht jeder konnte dies Tag für Tag beobachten. Ich habe es gesehen.

"De nich will dieken, de mutt wieken."

1979

gez. August Jakobs



Verluste und Gewinne im Nordfriesischen Wattenmeer

Gebiet	Land- verluste	Watt- erosionen	Land- gewinnung
Hindenburgdamm, Lübke-Koog			+
Föhrer Rey Ley			+
Sylt und Außensände	+	+	
Amrum und Außensände	+	+	
Föhr, West- und Südküste	+	+	
Langeneß, Nord, Süd, West		+	
Langeneß, Ost, Nordost			+
Oland			+
Hooge, Süd, West, Nord		+	
Norderoog, Süd, West, Nord		+	
Japsand, Norderoogsand	+	+	
Süderoogsand	+	+	
Hallig Süderoog		+	
Insel Pellworm		+	+ (Nordost)
Hallig Gröde		+	
Hallig Habel		+	
Hamburg Hallig, West		+	
" " , Nordost			+
Nordstrandischmoor, NW, S.		+	
" " , Ost			+
Nordstrand, West, Nordwest		+	
" " , Ost			+
Hallig Südfall		+	
Alle Wattenströme und Priele vertiefen sich. Nur Wattenpriele zu eingedeichten Gebieten verschlickten.	5	16	8
		5	
	Gesamt	21	8
	Festlandsküste		1
Total		21	9

+ bedeutet: Verluste, Erosion und Gewinnung sind feststellbar.
Die Aussagen sind daher nur qualitativ zu bewerten.
Quantitative Aussagen, z.B. über Flächengrößen, Ni-
veauhöhen, Zeitdauer und Beständigkeit können anhand
des vorliegenden Datenmaterials z. Zt. noch nicht
eindeutig getroffen werden.

gez. August Jakobs