

/ LS

2802

**Berichte**  
aus dem  
**INSTITUT FÜR MEERESKUNDE**  
an der  
**Christian-Albrechts-Universität Kiel**

**Nr. 292**



**Freilanduntersuchungen zur Verteilung der Miesmuschel**

*Mytilus edulis* L.

**in einem zweifach geschichteten Ästuar**

DOI 10.3289/IFM\_BER\_292

**von**

**Heiko E. W. Seilert**

---

Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität Kiel

1997

---

---

Kopien dieser Arbeit können bezogen werden:

Institut für Meereskunde an der Universität Kiel  
Bibliothek  
Düsternbrooker Weg 20  
D-24105 Kiel  
Germany

ISSN 0341-8561

---

## **Vorwort**

In der Entstehungsgeschichte der Haida-Indianer Nordamerikas wird der Mensch aus einer Muschel heraus geboren. Dieser Glaube beruht auf der Tatsache, daß die Haida selbst unter ungünstigsten Witterungsbedingungen bei Ebbe Nahrung in Form von Muscheln aus dem Meer sammeln konnten. Für sie waren die Muscheln eine unerschöpfliche Quelle des Lebens und wurden daher auf diese Weise geehrt.

Im alten Ägypten glaubte man, daß die Zeit, die der Mensch mit Muschelsammeln verbringt, nicht auf die Lebenszeit angerechnet wird. Im ägyptischen Glauben stand die Faszination an der Formen- und Farbenvielfalt der Schalen von Mollusken im Mittelpunkt. Als Vermittler zwischen den unergründlichen Tiefen des Meeres und den für den Menschen zugänglichen Bereichen am Strand konnten diese Schalen nur göttliche Geschenke darstellen. Die Beschäftigung mit diesen mußte den Menschen ehren.

Beide Beispiele aus der Glaubensgeschichte von zwei völlig unterschiedlicher Kulturen beschreiben den schon früh von der Menschheit erkannten hohen Wert dieser Meeresfrüchte. Auch wenn die Mythen überholt sind - die Bedeutung von Mollusken als Nahrungsmittel sowie die Faszination, die von ihren eigenartigen Formen und Farben ausgeht, sind bis heute geblieben.

Als Kind hatte ich die Möglichkeit zusammen mit meinem Vater im Mittelmeer die verschiedensten Wirbellosen zu sammeln und im heimischen Aquarium zu beobachten. Die leicht zu erbeutenden Mollusken und ihre am Strand liegenden Schalen haben mich schon damals fasziniert. Diese Begeisterung ist geblieben und hat letztlich auch zur Erstellung dieser Arbeit geführt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b> .....	1
<b>Abstract</b> .....	2
<b>Kurzfassung</b> .....	3
<b>1 Einleitung</b> .....	4
1.1 Biologie der Miesmuschel .....	6
1.1.1 Entwicklung der Miesmuschel .....	6
1.1.2 Verhalten und Umweltansprüche .....	9
1.2 Beschreibung und Eignung des Untersuchungsgebietes .....	15
1.2.1 Hydrographie .....	15
1.2.2 Biologische Situation .....	19
1.3 Zielsetzung .....	22
<b>2 Material und Methoden</b> .....	23
2.1 Vorkommen der adulten Miesmuscheln .....	23
2.2 Experimentell angelegte Miesmuschelbänke .....	25
2.3 Wachstum und Sterblichkeit <i>in situ</i> exponierter Muscheln (Käfighaltung) .....	27
2.4 Muschellarven im Plankton .....	29
2.5 Verteilung von Jungmuscheln .....	30
2.6 Feldexperimente zum Wanderverhalten von Jungmuscheln .....	32
<b>3 Ergebnisse</b> .....	34
3.1 Vorkommen der adulten Miesmuscheln .....	34
3.2 Experimentell angelegte Miesmuschelbänke .....	37
3.3 Wachstum und Sterblichkeit <i>in situ</i> exponierter Muscheln (Käfighaltung) .....	39
3.4 Muschellarven im Plankton .....	41
3.5 Verteilung von Jungmuscheln .....	44
3.6 Feldexperimente zum Wanderverhalten von Jungmuscheln .....	50
<b>4 Diskussion</b> .....	51
4.1 Vorkommen der adulten Miesmuscheln .....	51
4.2 Experimentell angelegte Miesmuschelbänke .....	54
4.3 Wachstum und Sterblichkeit <i>in situ</i> exponierter Muscheln (Käfighaltung) .....	56
4.4 Muschellarven im Plankton .....	60
4.5 Verteilung von Jungmuscheln .....	62
4.6 Feldexperimente zum Wanderverhalten von Jungmuscheln .....	65
<b>5 Schlußfolgerungen</b> .....	67
<b>6 Literatur</b> .....	70
<b>Anhang</b> .....	76

## Danksagung

Ich danke meinem Doktorvater Prof. Dr. H. Moller für die Überlassung des Themas und die gewährten Freiheiten bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung. Desweiteren gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Rosenthal, der meine Arbeit kritisch verfolgte und mir wertvolle Ratschläge gab.

Diese Arbeit entstand im Rahmen einer Ausgleichsmaßnahme in der Untertrave. Sie wurde von der PreußenElektra AG finanziert. Ich möchte den Mitarbeitern der PreußenElektra für die vielfältige Unterstützung bei der Durchführung dieses Projektes danken. Die vielen helfenden Hände bei der Reparatur, Wartung und Lagerung des Arbeitsgerätes haben die Durchführung der Arbeit erst ermöglicht und die heiße Dusche auf dem Betriebsgelände hat die Arbeitsbedingungen nach einem Taucheinsatz in der Untertrave erträglich gemacht.

Für die Durchführung der Arbeit unentbehrlich war mir „mein“ HIWI Nils Reimann, der in dem trüben Wasser der Trave auch bei Eiseskälte seinen Taucher stand und mit seinen seemännischen Fertigkeiten aktiv am Gelingen dieser Arbeit beteiligt war. Weiterhin halfen bei den Taucheinsätzen die Herren Alex Brown, Nils von Neuhoß, Markus Petersen und Mario Steinmetz. Für die Hilfe bei der Probensortierung danke ich Frau Haydee Bagano und Herrn Markus Petersen.

Den Navigationskünsten der Sagitta-Crew ist die erfolgreiche Muschelausbringung auf den Testflächen in den Flachwasserbereichen der Untertrave zu verdanken.

Meinem Bruder Wolfgang Seilert danke ich für die Hilfe bei der Erstellung des Probengerätes und die Lehrstunden im Schweißen sowie in der Metallbearbeitung. Die Netze für die Larvensammler wurden von Frau Bettina Brandscheidt genäht.

Den Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Marine Pathologie“ danke ich für ihre Diskussionsbereitschaft und Kritik an meiner Arbeit. Besonders möchte ich die Herren Dr. H. Palm und Dipl.-Biol. F. Petersen nennen, die mich fortwährend mit Anregungen und Kritik an meiner Arbeit unterstützten.

Meinem Vater gilt mein besonderer Dank. Er hat mein Studium erst ermöglicht und mir die Faszination an der Formen- und Farbenvielfalt der Meeresorganismen vermittelt.

## Abstract

Seilert H. E. W. 1997. [Field experiments on the distribution of the mussel *Mytilus edulis* L. in a two-layer-flow estuary ] (in German). Ber. Inst. Meeresk. Kiel 292: 96 pp.

The worldwide distributed mussel *Mytilus edulis* has a high economical importance. Several investigations dealt with the biology of this species, and the developmental stages as well as its environmental needs. Less is known about the distribution in the natural environment. The present study demonstrates the relation between the mussel distribution and a well known field situation in a two-layer-flow estuary.

Diving investigations on the ground of the Trave estuary identified 4 different zones, which can be separated by their characteristic bottom structures. The mussel *Mytilus edulis* was found mainly in the third zone between 2,5-6 m water depth. The highest amounts of mussels were found near the shipping channel in the estuary. Experimentally established musselbeds above 2 m water depth were mostly destroyed by mechanical disturbances. The shipping traffic and its wake and swell were found as the main reasons for these mechanical disturbances especially during low tide. The estuary circulation is discussed as a near-bottom transport-mechanism for the transport of Baltic Sea mussel larvae into the estuary.

The shell growth of experimentally cultivated mussels in water depths above the natural distribution showed growth rates between 0.5-1 cm per year. The mortality of these mussels rised up to 70 % per year during the summer months with high water temperatures but lies within the known range for extreme habitats. These results propose the ability of mussels to settle in water depths above their natural distribution.

Two stations showed the highest abundance of mussel larvae in June 1995. The highest abundance was found in 6 m water depth beside the shipping channel and in 0 m in the bay Teschower Wiek. These differences in the water depth can be explained with an outflow of mussel larvae with the surface water resulting from the estuarine circulation. Only in the retention zone of the bay the mussel larvae accumulate at the surface resulting from their natural swimming behavior towards the surface.

The main settlement of mussel larvae in the Trave estuary was in July and August 1994 and June 1995. The highest densities of young mussels were found near the shipping channel in 4-6 m water depth. In the bays smaller amounts of young mussels were found. The distribution of young mussels along the shipping channel was similar to the distribution of mussel larvae in the plankton.

An experiment showed that the movement of small adult mussels can be excluded as a reason for the characteristic zonation in the Trave estuary.

On the base of these results a mechanism for the distribution of *Mytilus edulis* is developed, which describes the interaction between human impacts, biotic and abiotic Factors.

## Kurzfassung

Seilert H. E. W. 1997. Freilanduntersuchungen zur Verteilung der Miesmuschel *Mytilus edulis* L. in einem zweifach geschichteten Ästuar. Dissertation, Math. nat. Fak. Univ. Kiel. 96 S.

Die Miesmuschel *Mytilus edulis* ist eine weltweit verbreitete Muschelart mit hoher wirtschaftlicher Bedeutung. Zahlreiche Untersuchungen haben sich mit der Biologie der Muschel beschäftigt. Die einzelnen Entwicklungsphasen und ihre Umweltansprüche sind weitgehend bekannt. Kenntnisse über die Verteilung und Besiedlung von Miesmuscheln im Freiland liegen jedoch kaum vor. Zielsetzung dieser Arbeit ist es, die Zusammenhänge bei der natürlichen Verteilung von Miesmuscheln unter bekannten Umweltbedingungen in einem zweifach geschichteten Ästuar aufzuzeigen.

Anhand von Tauchbeobachtungen ließen sich auf dem Travegrund 4 vertikale Zonen nachweisen, die durch jeweils typische Strukturen voneinander unterschieden werden konnten. Dabei traten Miesmuscheln bevorzugt in der 3. Zone zwischen 2,5-6 m Wassertiefe auf. Die größten natürlichen Muschelvorkommen lagen in der Nähe der Fahrwasserrinne. Der bodennahe Larvenstrom mit der Ästuar-Zirkulation wird als Ursache für diese Verteilung diskutiert. Oberhalb von 2 m Wassertiefe experimentell angesiedelte Muschelbänke wurden zumeist durch mechanische Umlagerungen zerstört. Für diese Umlagerungen werden der durch die Schifffahrt hervorgerufene Sog und Schwell sowie der Wellenschlag bei Niedrigwasserständen verantwortlich gemacht.

Wachstumsuntersuchungen an Käfigmuscheln oberhalb natürlicher Standorte von Miesmuscheln zeigten ein Muschelwachstum von 0,5-1 cm pro Jahr. Die Sterblichkeit lag mit bis zu 70 % im Rahmen von Literaturwerten für extreme Standorte. Diese Ergebnisse bestätigen die mögliche Ausbreitung von Miesmuscheln auch oberhalb ihrer natürlichen Vorkommen im Ästuar der Untertrave.

Die Verteilung der Muschellarven zeigte für 2 Stationen die größten Tierdichten im Juni 1995. Dabei lagen die Höchstwerte für die Fahrwasserstation in 6 m Tiefe, in der Teschower Wiek in 0 m Wassertiefe. Als Grund für diese Unterschiede ist im Bereich des Fahrwassers der durch die Ästuar-Zirkulation verursachte Abtransport der Larven durch den oberflächennahen Travewasserausstrom zu nennen. Im Gegensatz dazu reichern sich die Muschellarven in den Retentionszonen der Wieken aufgrund ihres natürlichen Schwimmverhaltens im Bereich der Oberfläche an.

Der Schwerpunkt des Larvenfalls von *Mytilus edulis* fand 1994 im Juli und August sowie 1995 im Juni statt. Dabei wurden im Fahrwasser die größten Jungmuschelmengen in 4-6 m Wassertiefe beobachtet. Die Wieken wiesen deutlich geringere Jungmuschelmengen und eine gleichmäßigere Besiedlung der Tiefenhorizonte auf. Die Verteilung der Jungmuscheln entlang der Fahrwasserrinne entsprach der Verteilung der Muschellarven im Plankton.

In experimentellen Untersuchungen konnte das Wanderverhalten adulter Miesmuscheln als Grund für die beobachtete Zonierung in der Untertrave ausgeschlossen werden.

Auf der Basis der Einzelergebnisse wird ein Mechanismus zur Verteilung von Miesmuscheln in der Untertrave entwickelt, der das Zusammenwirken anthropogener Einflüsse, abiotischer und biotischer Faktoren darstellt.

## 1 Einleitung

Die Miesmuschel *Mytilus edulis* L. ist eine ubiquitär vorkommende, weltweit als Nahrungsmittel genutzte Muschelart. Der Weltertrag 1993 betrug laut FAO (1995) 310.192 t. Das entspricht einem Anteil von 3,3 % am Gesamtertrag aller Mollusken. Von den 14 deutschen Muschelbetrieben wurden 1995 von den Wattenflächen der Nordsee 17.782 t Miesmuscheln mit einem Wert von 9,8 Mio. DM angelandet (Fischereiamt Kiel 1996a, 1996b, Staatliches Fischereiamt Bremerhaven 1996a, 1996b).

Die große wirtschaftliche Bedeutung dieser Muschelart führte schon früh zur Untersuchung ihrer Biologie. So untersuchte Redeke (1910) das Wachstum der Miesmuscheln. Es folgten Untersuchungen zur Entwicklung und Aktivität der Muschellarven (Bayne 1963, 1964b, 1965, Delsman 1910, Kändler 1926), dem Wanderverhalten von Jungmuscheln (Maas Geesteranus 1942) sowie zum Ansiedlungsverhalten (Blok & Geelen 1958). Der Schwerpunkt dieser Arbeiten lag zumeist auf der Erfassung des natürlichen Verhaltens des jeweils untersuchten Entwicklungsstadiums.

Die weite Verbreitung der Miesmuschel machte sie zu einem bevorzugten Indikatororganismus im Rahmen mariner Monitoringprogramme (Davies & Pirie 1980, Fischer 1983, ter Jung 1992). Es gibt eine Reihe von experimentellen Untersuchungen zur Auswirkung von Schadstoffen und zur Schadstoffakkumulation in Miesmuschelbeständen (Jensen *et al.* 1981, Stronkhorst 1992), einzelnen Individuen (Lobel 1986, Widdows *et al.* 1983) sowie ihren Organen und Zellen (Janssen & Scholz 1979, Livingstone & Pipe 1992). Dabei sind die Ergebnisse in hohem Maße von dem Altersstadium und der Schalenlänge der untersuchten Muscheln sowie von weiteren Faktoren abhängig (Lehnberg & Teede 1979, Worrall & Widdows 1984).

Im Labor gewonnene Daten lassen sich allerdings nicht ohne weiteres auf das Freiland und die dort lebenden Muschelpopulationen übertragen, da ihre Altersstruktur und Dynamik bis heute erst unzureichend erforscht sind. So konnte die Rekrutierung von Muschelbänken bisher nur in wenigen Einzelfällen dokumentiert werden. Erste Felduntersuchungen in der Nordsee haben gezeigt, daß insbesondere die Verteilung der Larven und die Anwesenheit von geeignetem Siedlungssubstrat eine besondere Bedeutung für den Rekrutierungserfolg auf den Muschelbänken hat (Pulfrich 1995). Pulfrich konnte jedoch nur wenige Aussagen über den Zeitpunkt oder Prognosen über den Ort des Larvenfalls und somit keine Vorhersagen über die zu erwartende Verteilung der Muschelbänke im Wattenmeer treffen. Gerade vor dem Hintergrund der Ausweitung des Nationalparks Wattenmeer erscheinen Felduntersuchungen zur Rekrutierung der Miesmuschel jedoch dringend erforderlich, um eine nachhaltige Nutzung der befischbaren Muschelbestände zu ermöglichen.

Freilanduntersuchungen unterliegen immer besonderen Schwierigkeiten. Zum einen beeinflussen eine große Zahl von äußeren Faktoren, wie z. B. Gezeiten, Strömung, Wetter und Wassertemperatur, die Ergebnisse, zum anderen sind die Arbeiten im Feld mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden. Dennoch ergibt sich sowohl für die fischereiliche Nutzung der Miesmuschel als auch im Hinblick auf weiterreichende ökologische Fragestellungen ein dringender Bedarf an Freilanduntersuchungen. Mann (1988) fordert als Herausgeber des *Journal of Shellfish Research* endlich Felduntersuchungen zur Biologie der Muschellarven: „... we should

seriously consider field programmes to examine larval biology and recruitment to the benthos.“ Weiterhin folgert er: „... it seems reasonable to suggest that we attempt such quantifications in a known field situation as part of a comprehensive examination of larval survival. I know of no case where this has been attempted for bivalve larvae.“ Gerade die für die Miesmuschelfischerei wichtigen Fragen nach der Larvenverteilung in der Wassersäule sowie dem Ansiedlungsverhalten sind zumeist experimentell im Labor untersucht worden.

Insgesamt gibt es immer noch eine große Diskrepanz zwischen den im Labor durchgeführten Verhaltensstudien an einzelnen Entwicklungsstadien der Miesmuschel und der Überprüfung des beobachteten Verhaltens im Freiland. Als ein wichtiges Ziel dieser Arbeit soll die Freilanduntersuchung in der Untertrave Aufschluß über die tatsächlichen Siedlungsverhältnisse von Miesmuscheln an einem konkreten Beispiel liefern. Dieses ist ein erster Schritt, um später möglicherweise Prognosen über zukünftige Miesmuschelansiedlungen treffen zu können. Auch ließe sich klären, ob es sich bei den bisher im Labor beobachteten Verhaltensweisen, wie beispielsweise der Verteilung der Muschellarven im Plankton in Abhängigkeit von dem Licht oder dem hydrostatischen Druck (Bayne 1963, 1964b), um ein übertragbares Verhalten der Muscheln auf natürliche Bedingungen oder nur um experimentell bedingte Artefakte handelt. Die Zielsetzung der Arbeit erfolgt im einzelnen auf Seite 22. Zum Verständnis der Problematik werden jedoch zunächst die relevanten biologischen Erkenntnisse dargestellt und das Untersuchungsgebiet näher charakterisiert.

## 1.1 Biologie der Miesmuschel

Im folgenden wird zunächst die generelle ontogenetische Entwicklung der Miesmuschel dargestellt. Anschließend werden der Entwicklungszyklus sowie die für die Besiedlung bedeutsamen Ansprüche an die Umweltbedingungen der einzelnen Muschelstadien dargestellt.

### 1.1.1 Entwicklung der Miesmuschel

Die Entwicklung von *Mytilus edulis* verläuft über mehreren Stadien, in denen an den jeweils besiedelten Lebensraum angepasste Strategien eine optimale Weiterentwicklung ermöglichen. Diese Entwicklungsstadien werden in Tab. 1 unter besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse aus Laboruntersuchungen dargestellt. Anhand dieser Einteilung werden im folgenden sowohl die eigenen Daten über Größe und Vorkommen der Miesmuscheln als auch eine Reihe von Daten aus der Literatur vorgestellt und bewertet.

**Tab. 1:** Größe und Alter larvaler Miesmuschelstadien nach Bayne (1964b), Loosanoff *et al.* (1966) und Lutz & Kennish (1992).

Entwicklungsstadium	Zwischenstadien	Größe [ $\mu\text{m}$ ]	Alter	Größe [ $\mu\text{m}$ ]	Größe [ $\mu\text{m}$ ]
Befruchtete Oocyte		60-90			
Trochophora		100-120	24-48 Stunden	70	
Veliger		120-300	1-4 Wochen		94-300
	Prodissoconch I (1. Larvenschale) D-Larve, straight-hinge	100-120	48-72 Stunden	92	94
	Veliconcha Prodissoconch II (2. Larvenschale)	120-300	> 72 Stunden		
	Umboveliger	140\150-300			
	Eyed Veliger	200\260-300		240\245-300	215\230-300
	Pediveliger	210-300		260\265-300	210\235-300
Jungmuschel Dissoconch Plantigrata Young post-larval mussels		> 300	1- mehrere Monate		> 300
Literaturangabe		Lutz & Kennish (1992)	Lutz & Kennish (1992)	Bayne (1964b)	Loosanoff <i>et al.</i> (1966)

Miesmuscheln sind in der Regel getrenntgeschlechtlich, gelegentlich wurden jedoch auch Hermaphrodite nachgewiesen (Thorson 1946, Sugiura 1962, Seed 1969). Generell ist die Geschlechtsreife nicht von dem Wachstum oder dem Alter abhängig (Sprung 1983). Die bislang kleinsten geschlechtsreifen Tiere wurden bei Askö, Schweden, nachgewiesen und maßen 2,1 mm (Kautsky 1982b).

Zur Fortpflanzung stoßen die Miesmuscheln rasch zerfallende Oocytenpakete bzw. Spermatozoen aus. Die Befruchtung findet im freien Wasser statt. Die Gametenabgabe kann einmalig erfolgen oder sich über mehrere Wochen erstrecken. Welche Faktoren die Gametenabgabe und -entwicklung steuern, ist nicht genau bekannt (Newell *et al.* 1982). Im Labor lösen erhöhte Temperaturen die Gametenabgabe bei Muscheln aus, die der Natur entnommen wurden.

Die befruchtete Oocyte hat eine Größe von 60-90  $\mu\text{m}$  und entwickelt sich über eine Spiralfurchung innerhalb von 24-48 Std. zur Trochophora-Larve mit einer Größe von 100-120  $\mu\text{m}$  (Lutz & Kennish 1992). Daran schließt sich das schalentragende Stadium der Veliger-Larve an. Dieses Stadium wird in der Literatur in eine Reihe von Zwischenstadien gegliedert (Carriker 1961, Fuller & Lutz 1989, Lutz & Kennish 1992). All diesen Phasen ist das der Ernährung und Fortbewegung dienende Velum gemeinsam.

Das erste schalentragende Larvenstadium ist die Prodissoconch I mit einer ungefähren Größe von 100-120  $\mu\text{m}$ . Loosanoff *et al.* (1966) geben die Größe dieser Larven anhand von Laboruntersuchungen mit mindestens 94  $\mu\text{m}$  an. Dieses auch als straight-hinge Larve oder D-Larve bezeichnete Stadium trägt die aus einem schalenbildenden Pol hervorgegangene, nicht strukturierte 1. Larvenschale.

Die 2. Larvenschale der Prodissoconch II beginnt sich bei einer durchschnittlichen Größe von 120  $\mu\text{m}$  zu bilden. Sie entsteht im Gegensatz zur 1. Larvenschale aus dem Mantel der Larve und weist daher eine deutliche Schalenstruktur auf. Dieses Larvenstadium wird bis zur Ausbildung eines Fußes mit einer Größe von etwa 240  $\mu\text{m}$  (Bayne 1964a) auch als Veliconcha (Werner 1939) bezeichnet und dauert in der Regel 2-4 Wochen. Innerhalb dieses Larvenstadiums lassen sich mehrere morphologisch unterscheidbare Entwicklungsphasen erkennen. Die Larven werden nach dem Erscheinen des Umbos bei einer Größe von etwa 140  $\mu\text{m}$  nach 9 Tagen auch als Umboveliger bezeichnet (Lutz & Kennish 1992).

Mit der Entwicklung des Fußes bei einer Größe von etwa 210  $\mu\text{m}$  (Loosanoff *et al.* 1966) werden die Larven auch als Pediveliger bezeichnet. Bei einer Größe von durchschnittlich 215  $\mu\text{m}$  (Loosanoff *et al.* 1966) entwickelt sich ein Augenfleck, nach dem die Larven dann auch als Eyed Veliger bezeichnet werden.

Während der Larvalphase des Pediveligers findet die Ansiedlung statt. Die Larve ist sowohl fähig zu schwimmen, als auch sich mit Hilfe des Fußes am Boden fortzubewegen und sich an geeignetem Substrat anzuheften. Dieses Larvenstadium wurde von Bayne (1965) in drei weitere morphologisch unterscheidbare Stadien gegliedert, die hauptsächlich durch die Reduktion des Velums und eine Vergrößerung des Fußes charakterisiert sind. Nach Bayne (1965) ist diese letzte Larvalphase bei einer Größe von maximal 330  $\mu\text{m}$  abgeschlossen. Loosanoff *et al.* (1966) geben die größten Pediveliger hingegen mit einer Größe von 300  $\mu\text{m}$  an und stellen ältere Untersuchungen in Frage, die deutlich größere Miesmuschellarven nachgewiesen haben.

Die Metamorphose ist von der Ansiedlung auf einem geeigneten Untergrund abhängig. Dabei kommt dem Fuß der Larve bei der Suche und Auswahl des Substrates besondere Bedeutung zu. Er verfügt über 9 verschiedene Drüsentypen, die bei der Bewegung der Larve auf dem Boden und bei der Ansiedlung eine Rolle spielen (Lane & Nott 1975). Wird kein geeignetes Siedlungssubstrat gefunden, wächst der Fuß mit verminderter Geschwindigkeit weiter.

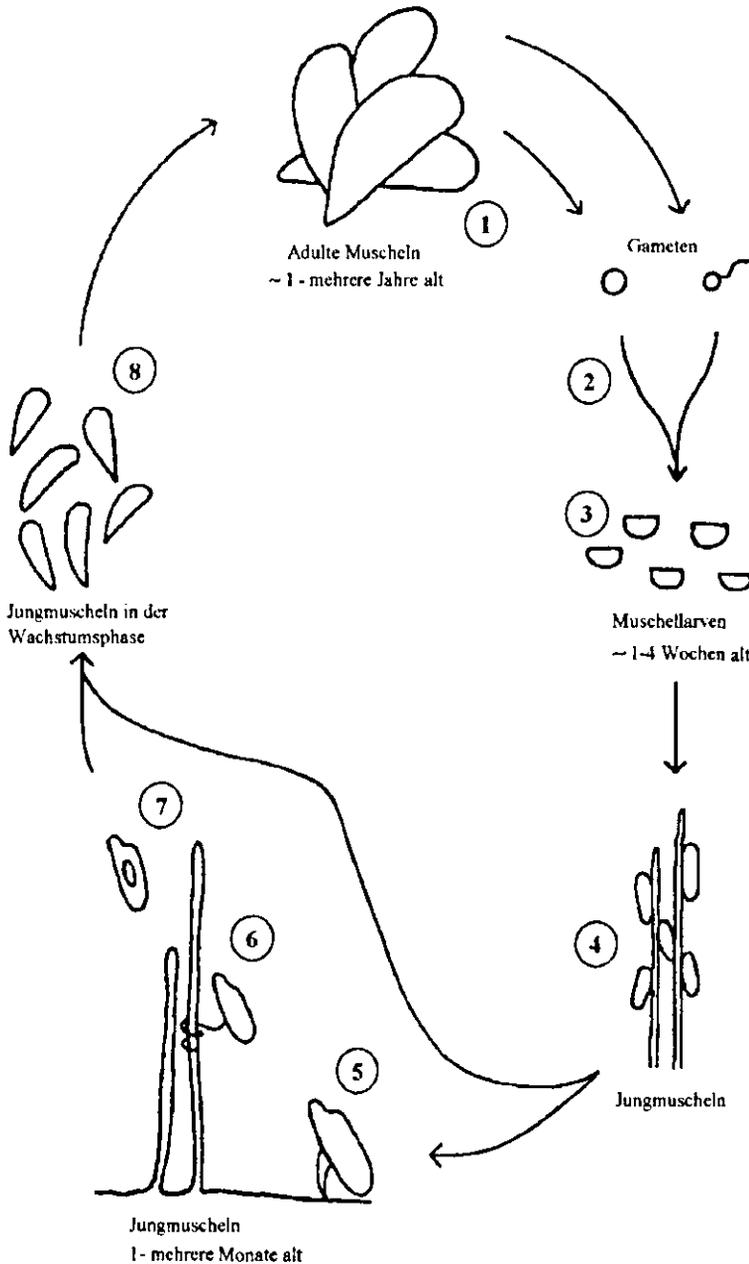
Gleichzeitig wird jedoch das Velum reduziert und die Nahrungsaufnahme sowie das Schalenwachstum setzen aus (Bayne 1965). Auf diese Weise können die Pediveliger bei günstigen Wassertemperaturen bis zu 40 Tage als Larve überdauern (Bayne 1965, 1976, Lane *et al.* 1985).

Mit der Anheftung an ein geeignetes Substrat und der Ausbildung von Byssusfäden endet die larvale Phase der Miesmuschelentwicklung (Lutz & Kennish 1992). Innerhalb der nächsten 3 Tage finden große morphologische Veränderungen statt; das Velum wird vollständig reduziert, der Fuß wird weiter vergrößert und am Ende der Metamorphose übernehmen die Kiemen die Ernährung der jungen Miesmuschel (Bayne 1965). Diese Jungmuschel wird bis zur endgültigen Rekrutierung auf einer Muschelbank auch als Plantigrade (Carriker 1961) oder Dissoconch (Lutz & Kennish 1992) bezeichnet.

Die Geschlechtsreife erreichen die meisten Miesmuscheln, besonders in den gemäßigten Breiten, erst im zweiten Lebensjahr (Sprung 1983). Es gibt jedoch auch Populationen, in denen einzelne Muscheln bereits im ersten Jahr geschlechtsreif werden (Seed 1969).

### 1.1.2 Verhalten und Umweltansprüche

Jedes Entwicklungsstadium der Miesmuschel ist gekennzeichnet von bestimmten Ansprüchen des Organismus an die Umwelt und daraus abzuleitenden Verhaltensweisen. Die Kenntnis dieser Zusammenhänge ist Grundlage zum späteren Verständnis von Besiedlungsmustern dieser Muschelart. Abb. 1 veranschaulicht dabei in schematischer Weise den Entwicklungszyklus sowie die für die Ausbreitung und Ansiedlung wichtigen Schritte



- |   |  |
|---|--|
| 1 Muschelbank                               | 5 Sekundäre Ansiedlungen nach einer Kriechphase                        |
| 2 Gametenabgabe und Fusion im freien Wasser | 6 Sekundäre Ansiedlungen nach Verdriftung mit Hilfe eines Byssusfadens |
| 3 Verteilung der Muschellarven im Plankton  | 7 Sekundäre Ansiedlungen nach Verdriftung mit Hilfe einer Gasblase     |
| 4 Primäre Ansiedlung der Muschellarven      | 8 Wachstum und Rekrutierungsphase                                      |

**Abb. 1:** Schematische Darstellung des Entwicklungszyklus sowie des Ausbreitungsverhaltens der einzelnen Entwicklungsphasen der Miesmuschel nach verschiedenen Autoren; ① Blok & Geelen 1958, ② Maas Geesteranus 1942, ③ Sigurdsson *et al.* 1976, ④ Nelson 1928.

Die Besiedlung eines Ästuars mit Miesmuscheln wird zunächst von den Umweltansprüchen und den damit verbundenen Ausbreitungsgrenzen adulter Muscheln (Abb. 1, ①) bestimmt. Experimentelle Untersuchungen zur Temperaturtoleranz der Miesmuschel zeigten für einzelne Gewebe eine Kälteresistenz bis  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Theede & Lassig 1967) und eine Obergrenze von  $28,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Wallis 1975). Weiterhin wiesen Laboruntersuchungen die Miesmuschel als salzgehaltstoleranten Osmokonformer aus (Bayne 1975, Gruffydd *et al.* 1984, Kinne 1964). Genaue Untersuchungen über die Salinitätsgrenzen der Miesmuschel liegen jedoch nicht vor. Anhand von Umsiedlungsexperimenten zwischen Nord- und Ostseemuscheln konnten Kautsky *et al.* (1990) bei Miesmuscheln aus der Ostsee eine größere Toleranz gegenüber geringeren Salinitäten beobachten. Daraus folgerten sie eine genetische Adaptation der Ostseemuscheln an geringere Salzgehalte.

Die große Temperatur- und Salzgehaltstoleranz erlaubt der Miesmuschel die Besiedlung weiter Küstenbereiche (Seed & Suchanek 1992). Im Bereich der Ostsee läßt sie sich vom Kartegat bis in den Bottnischen Meerbusen (Jagnow & Gosselck 1987) nachweisen. Die Tiefenverteilung erstreckt sich vom Eulitoral bis in 30 m Wassertiefe (Kautsky 1982a). Im Gegensatz zu den Küstenbereichen der Meere ist über das Vorkommen und die Besiedlung in Ästuaren nur wenig bekannt. Es liegen lediglich Daten zur Verteilung der Miesmuschel in der Schwentinemündung vor, die abnehmende Tierdichten mit abnehmendem Salzgehalt zeigten (Schütz 1964).

Adulte Miesmuscheln besiedeln bevorzugt Hartsubstrate (Yonge 1976). In weiten Teilen der Nord- und Ostsee leben sie jedoch auch auf unterschiedlichen Sedimenten (Jagnow & Gosselck 1987). Die Muschelfischerei in der Nordsee macht darüber hinaus deutlich, daß es sich bei den auf Sedimenten lebenden Miesmuscheln nicht um einzelne Irrläufer, sondern vielmehr um eine an diesen Lebensraum angepaßte Lebensweise handelt. Die Sedimente der ausschließlich in Bodenkultur gehaltenen Miesmuscheln bestehen im allgemeinen aus einem hohen Sandanteil, der Tonanteil nimmt mit der Entfernung von der Küste ab (Pulfrich 1995).

Für die Kultur wird Muschelbrut aus Flächen mit hohem Larvenfall entnommen und auf Kulturflächen mit besonders guten Wachstumsbedingungen übertragen. Diese Form der Muschelkultur hat eine über 120 Jahre alte Tradition und wurde ursprünglich in Holland entwickelt (Hickman 1992). Der auf den Kulturflächen ausgebrachte Muschelbesatz stammt aus befisheten Wildmuschelbeständen, die nicht das gesetzliche Mindestmaß erreichen oder aufgrund des geringen Fleischgehaltes nicht vermarktet werden können (Ruth 1991). Die insgesamt heutzutage angewendeten Kulturmethoden von der Bodenkultur über verschiedene Pfahl- und Netzkulturen bis hin zur Floßkultur an gespannten Seilen oder Netzen (Meixner 1971), bestätigen ebenfalls die geringe Substratspezifität adulter Miesmuscheln.

Neben der Toleranz gegenüber den Umwelteinflüssen und den Substratansprüchen ist für eine erfolgreiche Besiedlung eines Ästuars auch das Wachstum der Muscheln von Bedeutung (Abb. 1, ①, ③). Laboruntersuchungen ergaben eine Reduktion des Schalenwachstums von Miesmuscheln mit abnehmenden Salinitäten (Bohle 1972, Gruffydd *et al.* 1984). Weiterhin konnte Bayne (1993) zeigen, daß bei Fütterungsversuchen an Miesmuscheln bei einem Nahrungsangebot mit geringerem organischen Gehalt deutlich höhere Filtrationsraten zu beobachten sind. Er macht die höhere Aktivität und den damit verbundenen Energieverlust für das geringere Wachstum der Miesmuscheln verantwortlich. Dieses Phänomen erklärt jedoch nicht die geringeren Wachstumsraten bei niedrigen Salzgehalten. Clausen & Riisgård (1996) bestreiten aufgrund ihrer Laborergebnisse eine physiologische Regulation der Filtrieraktivität unter natürlichen

Bedingungen, da das vergleichsweise geringe Nahrungsangebot im Feld generell eine maximale Filtrieraktivität der Muscheln erfordert.

In ersten Felduntersuchungen zum Wachstum der Miesmuschel konnte Redeke (1910) in der Zuiderzee in Holland schon Anfang dieses Jahrhunderts belegen, daß das Schalenwachstum von Miesmuscheln einer Kohorte, Muscheln der selben Altersgruppe, sehr uneinheitlich verläuft. Miesmuscheln in der Seil- oder Floßkultur wiesen im Vergleich zu frei am Boden lebenden Muscheln aus der gleichen Region stets deutlich höhere Wachstumsraten auf (Meixner 1971, Paul *et al.* 1978, Rodhouse *et al.* 1984) (vergl. Tab. 9). Daraus folgerten Rodhouse *et al.* (1984), daß sich die Kulturmuscheln ausschließlich von Phytoplankton ernährten, während die Nahrung der natürlichen Muschelbestände aus einer Mischung von Phytoplankton und Detritus bestehen müßte. Weiter schlossen sie, daß die Kombination aus einer qualitativ besseren Nahrungsversorgung mit Phytoplankton und dem leichteren Abtransport der Ausscheidungen durch stärkere Strömungen diese hohen Wachstumsraten der Kulturmuscheln ermöglichen. Da die Miesmuscheln in den gemäßigten Breiten einen annualen Wachstumszyklus mit abwechselnden Phasen des Schalen- und Gonadenwachstums durchleben (Hilbish 1986), lassen sich Wachstumsraten der Muscheln nicht anhand eines einzelnen Parameters, wie dem Schalenwachstum oder der Zunahme der Weichteilmasse allein bestimmen (Widdows & Donkin 1992).

Kautsky (1982a) untersuchte in der Ostsee das Wachstum der Schalen von *Mytilus edulis* bei niedrigen Salzgehalten. Er erfaßte das Muschelwachstum bei Salinitäten von 6,5-7 ‰ und beobachtete für Muscheln im Alter von 2-10 Jahren in Abhängigkeit von der Wassertiefe ein lineares Wachstum von 2,2-3,1 mm pro Jahr. Für freilebende Miesmuscheln gab er unter den angegebenen Salinitäten maximale Größen von 32 mm an.

Das Wachstum von Miesmuscheln in einem Ästuar untersuchte Schütz (1964) am Beispiel der Schwentine. Die Autorin beobachtete bei mittleren Salinitäten von 12 ‰ über einen Zeitraum von etwa 8 Monaten (vom Larvenfall im August bis zum Frühjahr des Folgejahres) in der Schwentinemündung ein Schalenzuwachs auf 14-16 mm Länge. Im dem Ästuar des Damariscotta River (Maine, USA) konnten bei Salinitäten von 14-32 ‰ Wachstumsraten von etwa 20 mm zwischen den Monaten April bis Dezember beobachtet werden (Incze *et al.* 1980). Allgemein beobachteten Jagnow & Gosselck (1987) in der Ostsee eine Größenabnahme der maximalen Schalenlänge mit fallendem Salzgehalt.

Die Ausbildung von Muschelbänken ist weiterhin von der Sterblichkeit und dem Alter der Muschelpopulation abhängig. Untersuchungen zur Sterblichkeit der Miesmuschel liegen nur vereinzelt vor. So haben Incze *et al.* (1978) im Ästuar des Damariscotta River (Maine, USA) für eine in Floßkultur gehaltene Muschelpopulation eine jährliche Sterberate von 35-90 % bestimmt. Für eine rasch wachsende Miesmuschelpopulation in der Morecambe Bay (England) beobachtete Dare (1976) sogar mittlere jährliche Sterberaten von 94-96 %.

Das erreichbare Alter der Miesmuscheln ist von der Wachstumsgeschwindigkeit abhängig, mit der die Tiere ihre umweltbedingte Maximalgröße erreichen (Seed 1969, Seed & Suchanek 1992). Daher ergeben sich auch in der Alterszusammensetzung einzelner Muschelpopulationen je nach Standort große Unterschiede. Es lassen sich sowohl nur wenige Jahre alte Muschelpopulationen als auch Populationen mit bis zu 20 Jahre alten Tieren beobachten (Seed 1969). Innerhalb einer Population können dabei die Altersunterschiede ebenfalls stark variieren.

Neben den Ansprüchen adulter Tiere sind auch das Verhalten und die Ansprüche der übrigen Muschelstadien für die mögliche Besiedlung eines Bereiches von Bedeutung. Dabei kommt der etwa 1-4 Wochen dauernden larvalen Phase der Miesmuschel eine besondere Bedeutung zu (Abb. 1, 3). Im Labor sind die Einflüsse, die das Schwimmverhalten von Muschellarven bestimmen, ausführlich erforscht. Den Einfluß des Lichtes auf die Bewegungsrichtung verschiedener Larvalstadien untersuchte Bayne (1964b). Er zeigte, daß sich das Larvenstadium Prodissoconch I positiv phototaktisch verhält, während die sich anschließende Veliconcha bis zum Eyed Veliger Stadium keine Reaktion auf Lichteinwirkungen zeigt. Mit der Ausbildung eines Augenflecks reagiert die Eyed Veliger Larve erneut positiv phototaktisch. Weiterhin zeigen die jungen Larvenstadien, einschließlich des Eyed Veliger, ein negativ geotaktisches Schwimmverhalten. Verstärkt wird diese Schwimmbewegung durch einen steigenden Wasserdruck. Während diese Larvenstadien unter normalen Bedingungen (1 Atm.) langsame, spiralförmige Schwimmbewegungen ausführen, konnte Bayne (1963) bei 1,54 Atm., entsprechend etwa 5m Wassertiefe, eine direkte Aufwärtsbewegung ohne eine spiralförmige Komponente beobachten. Diese Ergebnisse lassen für alle jüngeren Larvenstadien eine gerichtete Schwimmbewegung in Richtung des geringeren Druckes, und damit in Richtung der Wasseroberfläche erwarten. Einzig das zum Bodenleben übergehende Stadium des Pediveligers verhält sich positiv geotaktisch und reagiert nicht auf Druckänderungen (Bayne 1963).

Im Feld zeigen die Muschellarven zum einen ihre aktiven, gerichteten Schwimmbewegungen (Mileikovsky 1973, Verwey 1966). Zum anderen unterliegen sie jedoch auch einer passiven Verteilung durch abiotische Faktoren wie Strömung, Gezeitenwechsel und windinduzierte Umschichtungen des Wasserkörpers (Harvey *et al.* 1995, Scheltema 1971). Felduntersuchungen in Vostok Bay, Japanisches Meer, ergaben die höchsten Larvendichten von *Mytilus edulis* zwischen 0-0,5 m Wassertiefe (Buyanovskii & Kulikova 1984). Im Gegensatz dazu fand Jørgensen (1981) für die ersten Larvenstadien der Miesmuschel im Plankton des Isefjord, Dänemark, eine gleichmäßige Verteilung zwischen 0 und 5 m Wassertiefe. Bei späteren Probenahmen konnte Jørgensen (1981) hingegen deutlich größere Muschellarven nachweisen, deren Häufigkeit in 5 m Wassertiefe doppelt so hoch lag wie an der Oberfläche. Verwey (1966) vermutete anhand von Daten aus dem holländischen Wattenmeer, daß junge Miesmuschellarven gleichmäßig in der gesamten Wassersäule verteilt sind, während ältere Larven vorwiegend in den oberen Wasserschichten zu finden sind. In allen drei Arbeiten konnten die beobachteten Verteilungsmuster nicht eindeutig dem aktiven Verhalten der Larven oder der passiven Verteilung durch äußere Einflüsse zugeordnet werden. Generell ergibt sich in Felduntersuchungen die Schwierigkeit, zwischen der passiven Verteilung der Miesmuschellarven und den aktiven Bewegungen der Larven unterscheiden zu können.

Der für die Besiedlung eines Ästuars wichtige Einfluß des Salzgehaltes auf das Verhalten der Miesmuschellarven ist bisher nicht hinreichend beschrieben. Untersuchungen von Hrs-Brenko & Calabrese (1969) zeigten für die Larven von *Mytilus edulis* bei Salinitäten zwischen 15-40 ‰ und Temperaturen von 5-20 °C gleichmäßige Sterberaten. Dieses Ergebnis läßt auch ein von diesen Umwelteinflüssen unabhängiges Verhalten der Larven erwarten. Kautsky (1982a) hat an der schwedischen Küste große Miesmuschelvorkommen beschrieben, die bei Salinitäten von 6,5-7 ‰ stabile, sich selbst rekrutierende Muschelbänke bildeten, so daß auch bei diesen Salinitätsverhältnissen ein normales Larvenverhalten erwartet werden kann. Das Vorkommen von Miesmuscheln in dem Mündungsgebiet der Schwentine bei Salinitäten von 3-5 ‰ (Schütz 1964) legt die Vermutung nahe, daß diese Larven ebenfalls derartiger Salzgehaltsverhältnisse überleben können.

Für die Ausbildung von Muschelbänken kommt neben der Verteilung der Larven vor allem dem Ansiedlungsverhalten der Muschellarven besondere Bedeutung zu (Abb. 1, 1). In Laboruntersuchungen konnte ein typisches Verhaltensmuster der Muschellarven beobachtet werden, das einer Erstansiedlung vorausgeht. Die zur Ansiedlung fähigen Pediveliger schwimmen negativ phototaktisch und positiv geotaktisch zum Boden und suchen mit Hilfe ihres Fußes ein geeignetes Siedlungssubstrat. Dabei wird der Fuß während des Schwimmens regelmäßig ausgestreckt. Bei Berührung mit dem Substrat wird das Velum eingezogen und die Larve beginnt zu kriechen. Für die Erstansiedlung werden filamentöse Substrate bevorzugt (Blok & Geelen 1958, Bayne 1965). Ist das Substrat nicht zur Erstansiedlung geeignet, so kann der Fuß wieder eingezogen werden, und die Larve schwimmt mit Hilfe des Velums weiter. Auf einem geeigneten Substrat heftet sich die Larve schließlich mit einem einzelnen Byssusfaden an (Bayne 1965). Hiermit endet die larvale Phase der Miesmuschel (Lutz & Kennish 1992).

Die angesiedelte Jungmuschel kann sich jedoch erneut vom Substrat lösen und mit Hilfe eines Byssusfadens verdriften lassen, um beispielsweise höher gelegene Bereiche zu erreichen (Sigurdsson *et al.* 1976). Diese sekundäre Ansiedlung (Abb. 1, 6) von Jungmuscheln kann sich mehrfach wiederholen (Bayne 1964a, Blok & Tan-Maas 1977, Lane *et al.* 1985, Board 1983). Um erneut in die Wassersäule aufzusteigen, können die Jungmuscheln auch eine Gasblase sezernieren um sich mit der Strömung verdriften zu lassen (Nelson 1928) (Abb. 1, 7). McGrath *et al.* (1988) beobachteten allerdings auch Muschelpopulationen, in denen keine sekundäre Ansiedlung erfolgte.

Zur Verteilung der Jungmuscheln sowie zur Besiedlung bereits bestehender Muschelbänke liegen nur wenige Daten vor. Dare (1976) beobachtete die Erstansiedlung von Muschellarven und die Rekrutierungswege von Muschelbänken in Morecambe Bay, England. Die Rekrutierung der Muschelbänke erfolgte hauptsächlich im Winter, mehrere Monate nach dem Ende der Laichzeit der Muscheln. Daraus folgerte Dare, daß die Muschelbänke nicht durch Erstansiedler sondern durch sekundäre Ansiedlungen von Jungmuscheln rekrutiert werden, die ihre Erstansiedlung nicht im Untersuchungsgebiet selbst durchgeführt haben.

Untersuchungen zur vertikalen Verteilung von neu angesiedelten Muscheln mit Hilfe künstlicher Substrate ergaben ein uneinheitliches Bild der Muschelansiedlung. Buyanovskii & Kulikova (1984) und Thorson (1946) beobachteten im Japanischen Meer bzw. in der Ostsee eine Erstansiedlung überwiegend im oberflächennahen Bereich von vertikal ausgebrachten Leinen. Im Gegensatz dazu registrierte Pulfrich (1995) im Wattenmeer der Nordsee die höchsten Dichten angesiedelter Jungmuscheln im Bereich bodennah ausgebrachter Larvensammler. Über das Ansiedlungsverhalten von *Mytilus edulis* in einem Ästuar ist bisher wenig bekannt. Incze *et al.* (1978) konnten im Ästuar des Damariscotta River (Maine, USA) das Ausbleiben von Muschelbrut auf den am weitesten im Ästuar gelegenen Larvensammlern feststellen. Im Ästuar der Untertrave beobachtete Goersch (1989) das Ausbleiben von Miesmuscheln auf den Uferbefestigungen.

Neben der Ansiedlung durch Muschellarven bzw. Jungmuscheln kann auch das Wanderverhalten von Miesmuscheln das Besiedlungsbild beeinflussen. Selbst ältere Muscheln sind in der Lage, ihre Position aufzugeben und einen neuen Standort aufzusuchen (Abb. 1, 5). Vereinzelt wurden Arbeiten durchgeführt, die dieses Wanderverhalten untersuchten (Maas Geesteranus 1942). Er beobachtete bei etwa 2,5 cm großen Exemplaren in einem experimentellen Ansatz zur Orientierung von Miesmuscheln eine bevorzugte Anheftung an Artgenossen. Für *Mytilus galloprovincialis* ist in Laborversuchen mit Jungmuscheln von 0,25-2 mm Größe bei einer Hälterung ohne Wasserbewegung eine Kriechphase beobachtet worden, die zur Ausbildung von Muschelklumpen von 2 bis 23 Tieren führte (Cáceres-Martínez *et al.*

1994). Im Gegensatz dazu beschreiben Dare *et al.* (1983) besonders in dichten Ansammlungen von Muschelbrut eine Abwanderung von 2-5 mm langen Miesmuscheln. Young (1983) untersuchte das Verhalten von 3-5 cm großen Muscheln auf unterschiedlichen Untergründen und beobachtete eine Zunahme der Mobilität auf lipoiden Untergründen, wie beispielsweise auf Paraffin. Auch das Anheftungsverhalten wies deutliche Unterschiede auf. Die Zahl der gebildeten Byssusfäden war vom Untergrund abhängig und stieg auf anorganischen Substraten an.

Die Unterschiede der Verhaltensweisen und Umweltansprüche der einzelnen Entwicklungsstadien beeinflusst die weitere Gliederung der Arbeit. So sind für die Verteilung der Miesmuschel in der Untertrave alle Stadien zu untersuchen und die Erkenntnisse zu einem Gesamtbild zusammenzufassen.

## 1.2 Beschreibung und Eignung des Untersuchungsgebietes

Für die Erfassung des Besiedlungsmusters der Miesmuschel in einem Ästuar ist die Wahl des Untersuchungsgebietes von großer Bedeutung. Dabei sollten die Freilanduntersuchungen unter weitgehend bekannten Umweltbedingungen und bei möglichst konstanten Einflüssen auf die Benthonbesiedlung durchgeführt werden. Das Ästuar der Untertrave erfüllt diese Eigenschaften. Es war über mehr als ein Jahrhundert Gegenstand wissenschaftlicher Studien, unter anderem im Hinblick auf die Verbesserung der Schifffahrt sowie auf seine Funktion als Vorfluter für kommunale Abwässer.

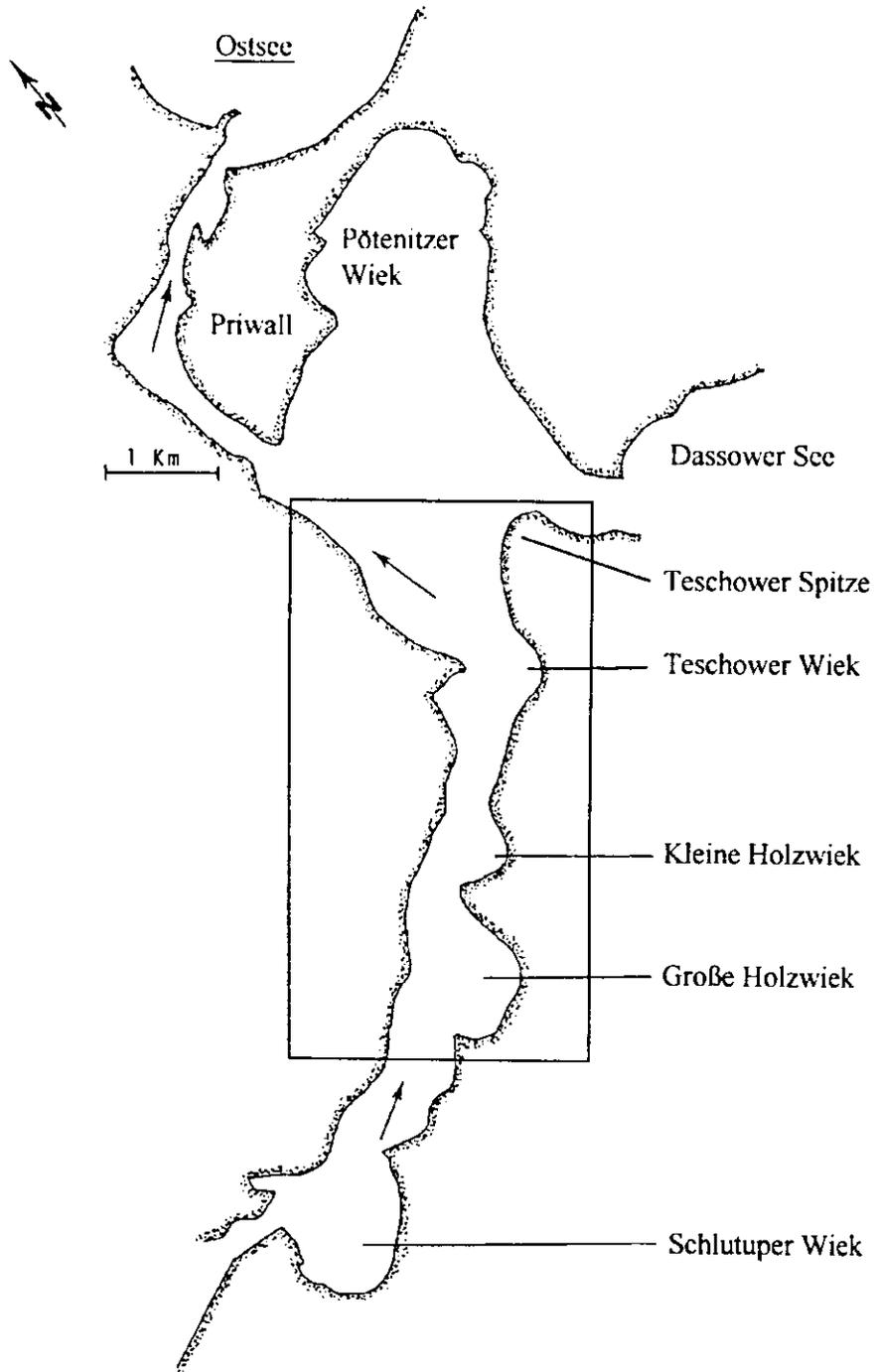
Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit erstreckt sich mit einer Länge von 5 km von Travekilometer 97 bis 102 (Benennung der Flußkilometer nach Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein 1982) von der Großen Holzwiek bis zur Teschower Spitze (Abb. 2). Dieser Flußabschnitt ist Teil der durch die letzte Eiszeit geprägten ostholsteinischen Hügellandschaft und wird in weiten Bereichen beidseitig von Naturschutzgebieten umgeben. Auf der linken Uferseite liegt das Naturschutzgebiet Dummersdorfer Ufer und auf der rechten Uferseite die Naturschutzgebiete Hohe Meile und Dassower See. Einzig im Bereich zwischen Schlutuper Wiek und Großer Holzwiek liegen auf der linken Uferseite die Halden der ehemaligen Metallhütte Herrenwyk. Sie bestehen zu einem großen Teil aus Bauschutt, Schlacken und Schrott. Die hohen Schadstoffanteile der Halden und die ungeklärte Vorgehensweise der Eigentümer verhindern zur Zeit eine Bepflanzung des Geländes. Es steht daher im krassen Gegensatz zu den naturbelassenen Ufern im übrigen Untersuchungsgebiet.

### 1.2.1 Hydrographie

Die Trave hat einen mittleren Oberwasserabfluß von  $12,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (Kändler 1971). In Kombination mit dem geringen Gefälle von nur 4 cm zwischen Lübeck und Travemünde (Diehl & Diehl 1979) ergibt sich für die Untertrave nur eine geringe Fließgeschwindigkeit. Der Tidenhub im Ästuar der Trave ist mit etwa 20 cm ebenfalls gering (Bloß *et al.* 1982). Ein größerer Wasseraustausch mit der Ostsee bei Wasserstandsschwankungen von bis zu 1,5 m (Bloß *et al.* 1982) wird vor allem durch die gelegentliche Eigenschwingung der Ostsee (Seiches) beobachtet. Auch können starke Winde den Wasserstand in der Trave ganz erheblich beeinflussen, obwohl die im Untersuchungsgebiet liegenden Buchten Schlutuper Wiek, Große und Kleine Holzwiek sowie Teschower Wiek den Wasserkörper des Ästuars vergrößern und somit wind- oder strömungsbedingte Wasserstandsschwankungen verringern.

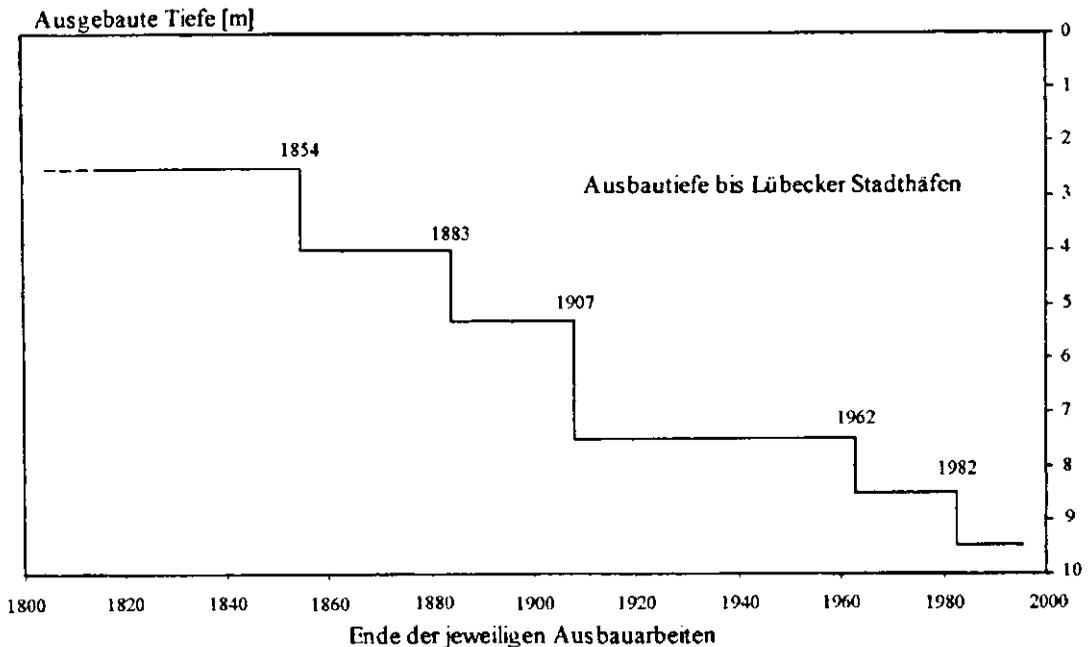
Die Untertrave weist eine charakteristische hydrographische Situation auf. Der Wasserkörper ist trotz des hohen Verkehrsaufkommens (s.u.) zumeist zweifach geschichtet. Während oberflächennah Travewasser abfließt, dringt bodennah salzhaltiges Ostseewasser in das Ästuar ein. Diese Schichtung ist bis Lübeck nachweisbar (Kändler 1971) und wird durch den geringen Oberwasserabfluß begünstigt. Besonders im Sommer sind beide Wasserkörper durch eine Sprungschicht deutlich getrennt (Kändler 1953, 1971, Bloß *et al.* 1982, Diehl & Diehl 1979, Grosch 1972, Julius 1957). Der Strömungsumkehrpunkt liegt im Jahresmittel bei 5 m Wassertiefe (IGU pers. Mitt., Grosch 1972, Julius 1957). Die Salinität des Bodenwassers beträgt im Sommer 13-16 ‰, die der Oberflächenschicht liegt 2-7 ‰ niedriger

(Grosch 1972). Dabei ist in der Oberflächenschicht ein allmählicher Anstieg des Salzgehaltes in Richtung der Mündung zu beobachten (Grosch 1972). Die Temperatur liegt in 1 m Wassertiefe im Mittel um  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  höher (gemittelt über 1994-1995, Landesamt für Wasserhaushalt Kiel pers. Mitt.), als in 9 m Tiefe. Herbststürme sowie starke, gegen den Traveabfluß gerichtete Winde können diese Schichtung jedoch kurzzeitig aufheben und sogar umkehren (Bloß *et al.* 1982).



**Abb. 2:** Lage des Untersuchungsgebietes (rechteckiger Ausschnitt) in der Untertrave. Die Pfeile geben die Fließrichtung der Trave an.

Trotz des geringen mittleren Oberwasserabflusses zählt die Trave zu den wichtigsten Wasserstraßen Schleswig-Holsteins. Die Entwicklung des Großraumes Lübeck beruht wesentlich auf dieser Verkehrsanbindung an die Ostsee. Ermöglicht wurde dies durch eine Reihe von Ausbau- und Vertiefungsmaßnahmen im Bereich der Untertrave in den letzten 150 Jahren. Während Schiffe zuvor bis zu 3 Wochen zwischen Travemünde und Lübeck unterwegs und teilweise auf besondere Hochwasserstände angewiesen waren, um ihre Fahrt fortsetzen zu können, erreichen heute selbst moderne Großfähren die Stadt Lübeck in wenigen Stunden (Ostersehlte 1994). Die Ausbaustufen im Laufe der letzten 150 Jahre sind in Abb. 3 dargestellt (Lilienfeld-Toal 1981). Die heutige Solltiefe der Fahrrinne beträgt 9,5 m und wird bis zu den Lübecker Stadthäfen eingehalten.



**Abb. 3:** Ausbaustufen der Untertrave in den letzten 150 Jahren. Dargestellt sind die Solltiefen jeweils nach Abschluß der Arbeiten.

Der Güterumschlag im Lübecker Hafen ist in den letzten 120 Jahren von 311.045 t auf fast 18 Mio. t in 1992 angestiegen (Abb. 4). Gleichzeitig verdoppelte sich in diesem Zeitraum auch die Gesamtzahl der Schiffe im Bereich des Lübecker Hafens. Die durchschnittliche Gütermenge pro Schiff nahm besonders nach 1962 erheblich zu. Dieser Anstieg läßt sich mit immer größer werdenden Schiffen erklären. Es kann als gesichert gelten, daß damit einhergehend Probleme mit Wellenschlag und Wasserverdrängung für die Benthonbesiedlung zugenommen haben. Das heute im Fahrwasser des Untersuchungsgebietes geltende Geschwindigkeitslimit von 8 kn zum Schutz der Ufer bestätigt die Gefahr von Einflüssen auf das Zoobenthon.

Neben ihrer Funktion als Transportweg dient die Trave auch als Naherholungsgebiet. Die Buchten der Untertrave bieten sehr gute Ankermöglichkeiten für Sportboote und die vorwiegend aus Naturschutzgebieten bestehenden Ufer im Untersuchungsgebiet laden zu vielfältigen Wassersportaktivitäten ein. Die Zahl von 3.500 zwischen Lübecker Altstadt und Travemünde vor Anker liegenden Sportbooten im Jahr 1993 (Staske & Weber 1993) bestätigt dies.

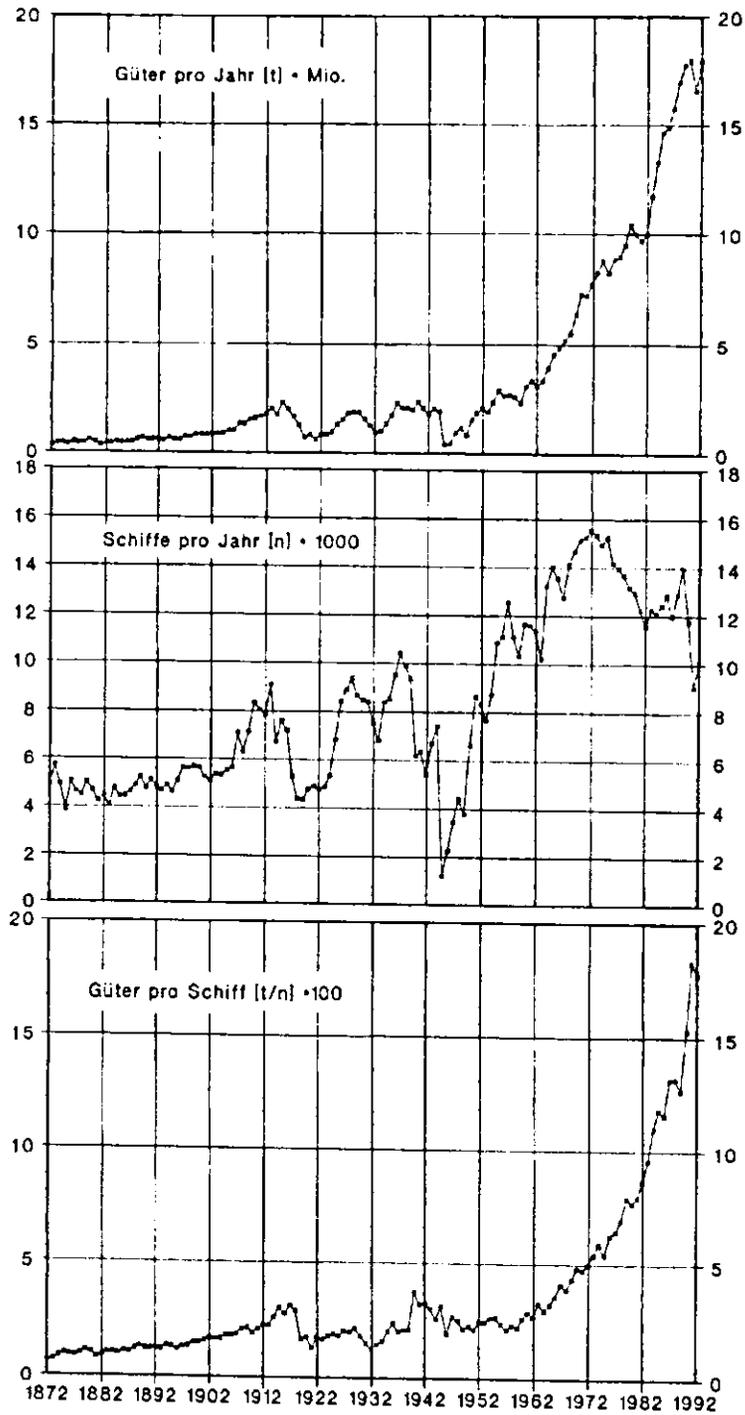


Abb. 4: Gütermenge, Zahl der Schiffe und durchschnittliche Gütermenge pro Schiff für die Lübecker Häfen in der Zeit von 1872 bis 1992 (Hansestadt Lübeck 1993).

### 1.2.2 Biologische Situation

Zur Verbreitung der Fauna im Traveästuar liegen seit mehr als hundert Jahren Untersuchungen vor. Lenz (1882) konnte zwischen 1876-1878 mit Hilfe von Dredgeproben Vorkommen von *Mytilus edulis* stromaufwärts bis dicht vor Herrenwiek beobachten. Kleine Miesmuscheln fand Lenz an Pfählen nahe der Oberfläche bis auf Höhe der Teschower Wiek.

Die Nutzung der Untertrave als Vorfluter für die kommunalen Abwässer Lübecks führte Mitte dieses Jahrhunderts zu umfangreichen Fischsterben. Sie waren 1949 Anlaß für das Wasser- und Schifffahrtsamt Lübeck, der fischereibiologischen Abteilung des Institutes für Meereskunde in Kiel den Auftrag für eine großangelegte Studie über die Auswirkungen der Abwassereinleitungen auf den Sauerstoffgehalt des Wassers und die tierische Besiedlung in der Untertrave zu erteilen (Julius 1957, Kändler 1953, 1971). Danach lag die Sauerstoffzehrung im Untersuchungsgebiet mit steigender Wassertiefe und ansteigenden Temperaturen in den Sommermonaten über den für die Ausbildung einer normalen Brackwasserfauna tolerierbaren Werten (Kändler 1953). Lebende Muscheln und andere Meerestiere als Indikatoren für „normale Lebensbedingungen“ wurden erst in der Enge am Priwall registriert, obwohl auch große Schalenvorkommen von *Mytilus edulis* in den flußaufwärts gelegenen Buchten von früheren Vorkommen zeugten.

Die Belastung mit kommunalen Abwässern ist in der Trave in den letzten 25 Jahren (Abb. 5) deutlich zurückgegangen. Zwischen 1968 und 1969 konnte Grosch (1972) wieder adulte Miesmuscheln in der Pötenitzer Wiek nachweisen. Zudem beobachtete er bis in die Schlutuper Wiek in 4 m Wassertiefe vereinzelt lebende Muschelbrut von 2-3 mm Länge. Er postulierte aufgrund der beobachteten Salzgehaltsverteilung im Ästuar die Verbreitung von marin euryhalinen Organismen über die Schlutuper Wiek hinaus und führte die mangelnde Ausbreitung dieser Organismen auf die weiterhin hohen Schadstofffrachten in der Untertrave zurück.

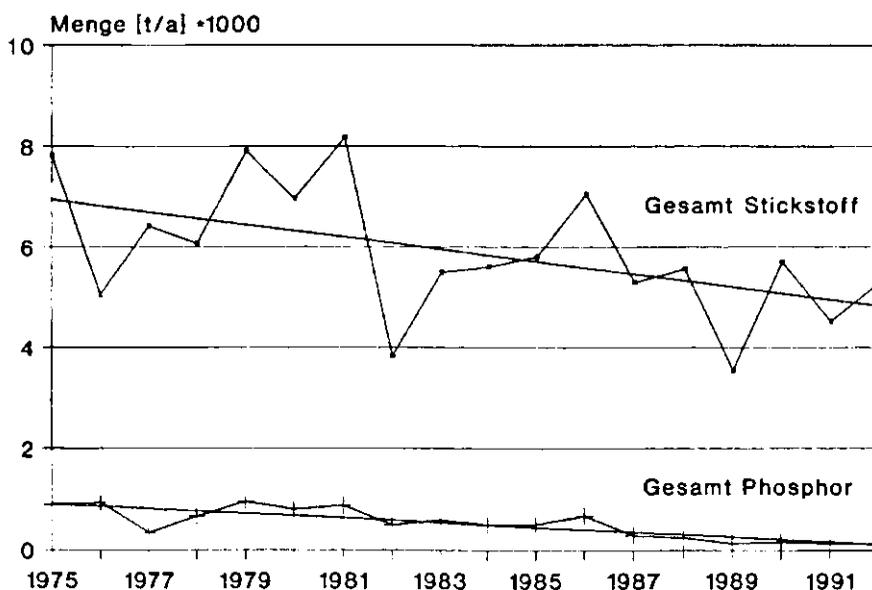


Abb. 5: Menge der Stickstoff- und Phosphoreinträge durch die Trave in die Ostsee von 1975-92. Die Geraden geben die Tendenz der Entwicklung an (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig Holstein pers. Mitt.).

Goersch (1989) beobachtete 1988 wieder eine flächendeckende Ausbeutung der Miesmuschel in der Pötenitzer Wiek. Diese Muschelvorkommen lagen dabei in 3-5 m Wassertiefe. Oberhalb der Teschower Wiek beobachtete er jedoch keine dauerhafte Besiedlung mit *Mytilus edulis*. Auch verweist Goersch ausdrücklich auf das Fehlen der Miesmuschel auf den im Uferbereich liegenden sekundären Hartsubstraten, wie beispielsweise den steinigen Uferbefestigungen zwischen den Wicken.

Neben den Untersuchungen zur Benthonbesiedlung liegen Studien zur Fischfauna und Fischerei in der Untertrave vor (Julius 1957, Senocak 1992). Dabei hat die Fischerei eine lange Tradition. Seit über 900 Jahren gibt es in den Orten Schlutup und Gothmund eine lokale Fischerei. Die Haupteinnahmequellen der Fischer sind der Fang von Heringen, die im Frühjahr zum Laichen in die Untertrave kommen, sowie der Aal- und Barschfang. Neben Reusen und Langleinen kommt dabei hauptsächlich die Wadenfischerei zum Einsatz. Dazu werden jedem Fischer von der Fischereigenossenschaft einzelne Wadenzüge zugewiesen. In Abb. 6 sind sie benannt und die Größe der befischten Travebereiche dargestellt. Zur Befischung wird die Wade von zwei Booten parallel zum Ufer ausgebracht und anschließend mit Hilfe von Winden zwischen die ufernah ankernden Boote gezogen. Der Netzinhalt wird zwischen den Booten sortiert und die nicht verwertbaren Fische können meist unbeschadet wieder freigesetzt werden. Für den Travegrund stellt diese Form der Fischerei jedoch eine erhebliche Beeinträchtigung dar. Das aufliegende Sediment und damit auch der Siedlungsraum für die Miesmuschel ist einer ständigen Umlagerung ausgesetzt.

Die Trave hat für den Schutz der Ostsee auch politische Bedeutung erlangt. So hat der Schleswig-Holsteinische Landtag mit der Verabschiedung eines Gesamtplanes für den Wasserhaushalt im Trave-Gebiet nicht nur die Anforderungen an die Abwasserbelastung erhöht, um damit den Nährstoffeintrag in die Ostsee zu reduzieren, sondern die Trave auch zu einem Beispiel für den flächenhaften Schutz eines Gewässers erklärt: „Hier wird an einem Gewässer modellhaft gezeigt, wie unter Bündelung aller verfügbaren Instrumente des Wasserrechts, des Naturschutzrechts und der Förderung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen sowie der Extensivierung ein Optimum auch an flächenhaftem Schutz für ein Gewässer, und damit für die Ostsee, erreicht werden kann“ (Anonymus 1991).

Die vorgestellte Charakterisierung des Untersuchungsgebietes weist das Ästuar der Untertrave als ein Gewässer mit einer erkennbaren Verbesserung der biologischen Situation in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts aus. Die umfangreichen Untersuchungen des Gewässers erlauben zudem recht genaue Aussagen über die vorherrschenden Umweltbedingungen. Deshalb ist das Traveästuar als Untersuchungsgebiet für Felduntersuchungen zur Besiedlung von Miesmuscheln besonders geeignet.

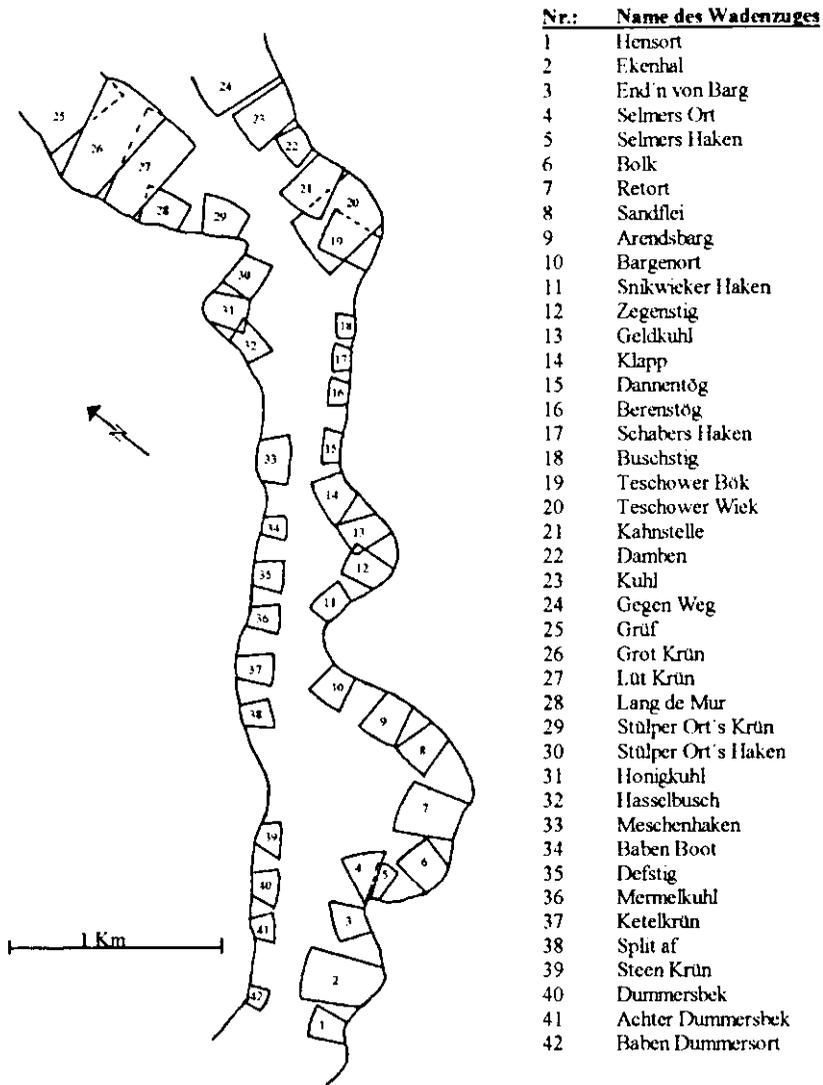


Abb. 6: Ungefähre Lage und Namen der mit Wadenzügen belegten Uferzonen im Untersuchungsgebiet der Untertrave (Kranz pers. Mitt).

### 1.3 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die fehlenden Kenntnisse über die natürliche Verteilung aller Entwicklungsstadien der Miesmuschel am Beispiel der Trave für zweifach geschichtete, kaum tidenbeeinflusste Ästuar zu liefern. Dabei erlauben die geringen Bewegungen des Wasserkörpers im Ästuar sowie die stabile Schichtung während der biologisch interessanten Sommermonate eine bessere Trennung der aktiven Verhaltensweisen der jeweiligen Muschelstadien von einer passiven Verteilung durch äußere Einflüsse, als es in einem tidendurchmischten, hochdynamischen Gewässer möglich wäre. Aufgrund der dargestellten Verhaltensweisen und der ökologischen Ansprüche der einzelnen Entwicklungsschritte der Miesmuscheln ergeben sich für diese Arbeit folgende Fragestellungen zur Bearbeitung:

1. Wie sind adulte Miesmuscheln im Traveästuar verteilt und welche Besiedlungsmuster können identifiziert werden? Dazu sollen mit Hilfe von Tauchuntersuchungen Muschelbänke lokalisiert werden.
2. Kann die Entwicklung der Muscheln mit Hilfe experimentell ausgebrachter Miesmuschelbänke an für diese Untersuchung relevanten Standorten über längere Zeit verfolgt werden? Diese Studien sollen für die Interpretation der Siedlungsbedingungen und der gefundenen Verteilung wichtige Bewertungskriterien liefern.
3. Wie wachsen experimentell ausgebrachte Muscheln und in welcher Weise lassen die ermittelten Wachstums- und Sterblichkeitsraten Rückschlüsse auf die natürlichen Veränderungen der lokalen Muschelbestände zu? Diese Untersuchungen sollen Rückschlüsse auf die Ergebnisse der Felduntersuchungen interpretieren und absichern helfen.
4. Besteht eine Rekrutierung der Miesmuschel in der Untertrave und läßt sich diese anhand der Planktonfänge von Muschellarven und Jungmuscheln belegen?
5. Wie verteilt sich die Ansiedlung der Jungmuscheln und welche Aussagen lassen sich zur Rekrutierung der Miesmuschelbänke treffen?
6. Welchen Einfluß hat das Wanderverhalten von Jungmuscheln auf das Besiedlungsmuster und welche Tiefen werden nach einer erfolgreichen Ansiedlung erreicht? Dabei soll ihr Kriechverhalten experimentell auf künstlichem und natürlichem Substrat erfaßt werden.

Diese Felduntersuchungen haben zum Ziel, das natürliche Besiedlungsmuster von *Mytilus edulis* in der Untertrave darzulegen. Darüber hinaus wird angestrebt, basierend auf den Erkenntnissen allgemeine Aussagen über mögliche Besiedlungsmuster in bisher noch nicht untersuchten Ästuaren treffen zu können. Auch sollen erkennbare Mechanismen für die Einwanderung von Miesmuscheln in ein Ästuar aufgezeigt werden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Vorkommen der adulten Miesmuscheln

Zur Erfassung der Vorkommen und der Verteilung der Miesmuscheln im Traveästuar wurden Tauchbeobachtungen entlang festgelegter Transekte durchgeführt. Diese ursprünglich für Korallenriffe eingeführte Methode zur Quantifizierung der Besiedlung wird mittlerweile auch erfolgreich in der Ostsee eingesetzt (Bagge *et al.* 1975, Jansson & Kautsky 1977, Jansson *et al.* 1985, Kautsky 1993). In Abb. 7 ist die Lage der beprobten Transekte in der Untertrave dargestellt; die Längen der Transekte sind maßstabsgetreu eingezeichnet. In Tab. 2 sind die Transekte näher charakterisiert.

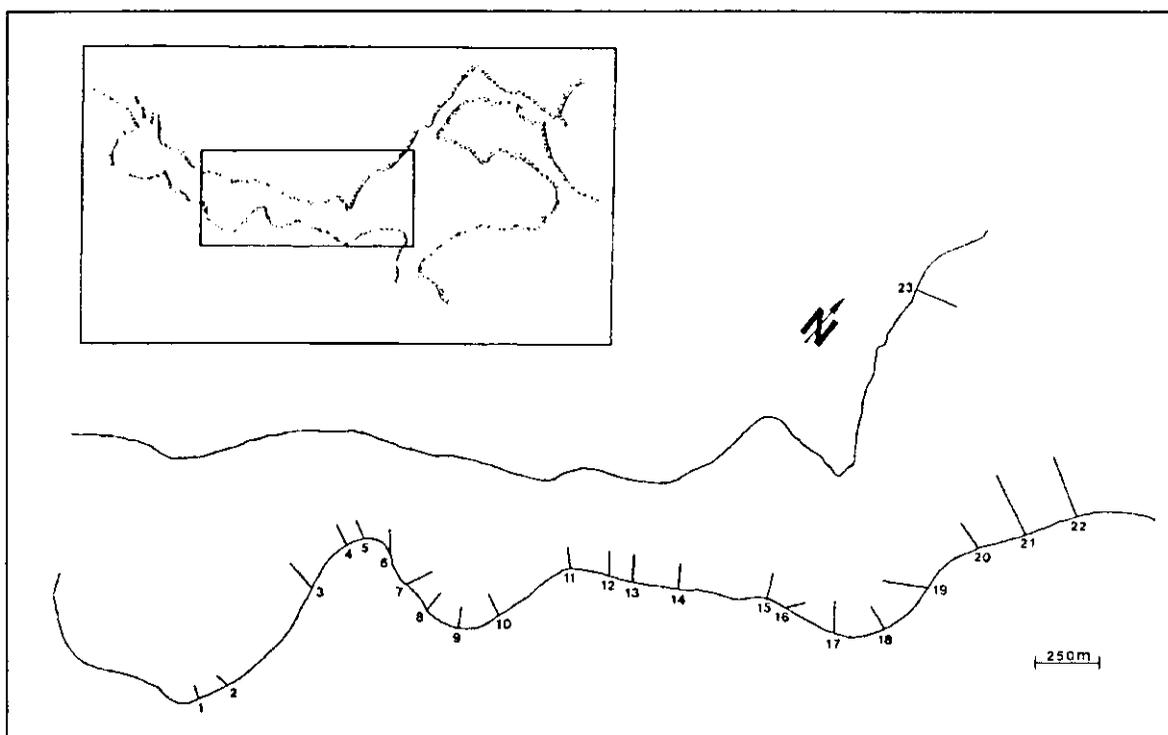


Abb. 7: Lage der Transekte im Untersuchungsgebiet.

Bei der Festlegung der Transekte wurde die fischereiliche Nutzung weiter Bereiche der Untertrave berücksichtigt. Zur Abschätzung des Einflusses der Wadenfischerei auf die Miesmuschelverteilung wurden sowohl befischte als auch unbefischte Bereiche in die Untersuchung einbezogen. Eine Übersicht über sämtliche fischereilich genutzten Flächen anhand der Angaben der Fischer gibt Abb. 6. Nach dieser Vorlage erfolgte die Einteilung in befischte und unbefischte Transekte (Tab. 2).

**Tab. 2:** Charakterisierung der 1993 beprobten Transekte. Transekte, die innerhalb der in Abb. 6 ausgewiesenen Wadenzige liegen, werden als befischte Transekte bezeichnet.

Transektnummer	befischter Transekt	unbefischter Transekt	Länge des Transektes [m]	Proben-datum
1		x	50	22.07.93
2		x	60	22.07.93
3		x	120	22.07.93
4		x	80	30.06.93
5		x	50	30.06.93
6		x	80	14.07.93
7	x		100	15.07.93
8	x		70	15.07.93
9		x	70	15.07.93
10	x		90	15.07.93
11		x	72	16.07.93
12	x		90	16.07.93
13		x	100	16.07.93
14	x		80	16.07.93
15		x	100	19.07.93
16		x	80	19.07.93
17	x		110	19.07.93
18	x		100	20.07.93
19	x		180	20.07.93
20	x		130	20.07.93
21	x		260	20.07.93
22	x		240	21.07.93
23	x		170	07.10.93

Aufgrund der Beobachtung von Goersch (1989), der das Hauptvorkommen der Miesmuschel in dem Bereich von 3-5 m Wassertiefe beobachtete, wurden die Tauchbeobachtungen meistens unterhalb von 6 m Tiefe abgebrochen. Auf den Transekten 1, 2 und 5 wurde bis auf maximal 8,3 m getaucht, um die Fauna exemplarisch auch an steil abfallenden Ufern zu dokumentieren. Auf den Transekten 21 und 22 wurde die Tiefe von 6 m jeweils nicht erreicht, da hier die Trave selbst in der Nähe des Fahrwassers flacher ist. Das Fahrwasser selbst durfte nicht beprobt werden, da keine behördliche Genehmigungen erteilt wurde. Es wurde insgesamt bevorzugt das östliche Ufer beprobt, da das westliche sehr dicht am Fahrwasser liegt und daher sehr steil abfällt. Außerdem stellen Schutt und Schrott der am Westufer in das Wasser reichenden Halden des ehemaligen Huttenwerkes Herrenwyk eine erhebliche Gefährdung für die Taucher dar.

Bei der Beprobung wurde von einem Taucher senkrecht zum Ufer von einer Kabeltrommel eine mit Abstandsmarken gekennzeichnete, 300 m lange Transektleine abgerollt. Dabei wurden von einem zweiten Taucher alle 10 m die Tiefe und die auf dem Abschnitt beobachteten Bodenstrukturen notiert. Bei sehr variablen Bodenstrukturen wurde in 5 m Abständen gemessen. Die Tauchgänge beschränkten sich aufgrund der schlechten Sicht unter Wasser auf die hellsten Stunden des Tages.

Als vorherrschende Strukturen wurde zwischen den Untergrundbeschaffenheiten Sand, Schlick und Schill sowie den biologischen Strukturen *Ruppia*-Bestände (see-grasähnliche Wasserpflanze), Blaualgen, Sandklaffmuscheln, Muschelklumpen, Muschelcluster und Muschelbank unterschieden. Dabei stellt ein Muschelklumpen eine Aggregation aus Miesmuscheln und Schill mit mindestens 3 lebenden Muscheln, ein Muschelcluster eine mit Miesmuscheln bedeckte Fläche mit einer Ausdehnung von maximal von 4 m in eine Richtung und eine Muschelbank eine zusammenhängende,

dicht mit Miesmuscheln besiedelte Fläche mit einer deutlich größeren Ausdehnung dar. Für Muschelklumpen wurde die mittlere Anzahl pro Quadratmeter bestimmt und für Muschelcluster wurde der mittlere Bedeckungsgrad geschätzt.

Zusätzlich fand am 24.07.95 eine Beprobung der am Ostufer der Untertrave liegenden Steinschüttung zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek statt. Dazu wurden Steine aus etwa 40 cm Wassertiefe entnommen, in einer Wanne mit wenig Wasser abgebürstet und der Wanneninhalte über ein 1 mm und ein 0,5 mm Sieb gegossen. Die abgebürsteten Flächen der Steine wurden vermessen und die Siebinhalte in Transportbehältern mit 4 %igem gepufferten Formalin fixiert. Im Labor wurden die Proben unter dem Binokular auf das Vorkommen von *Mytilus edulis* untersucht.

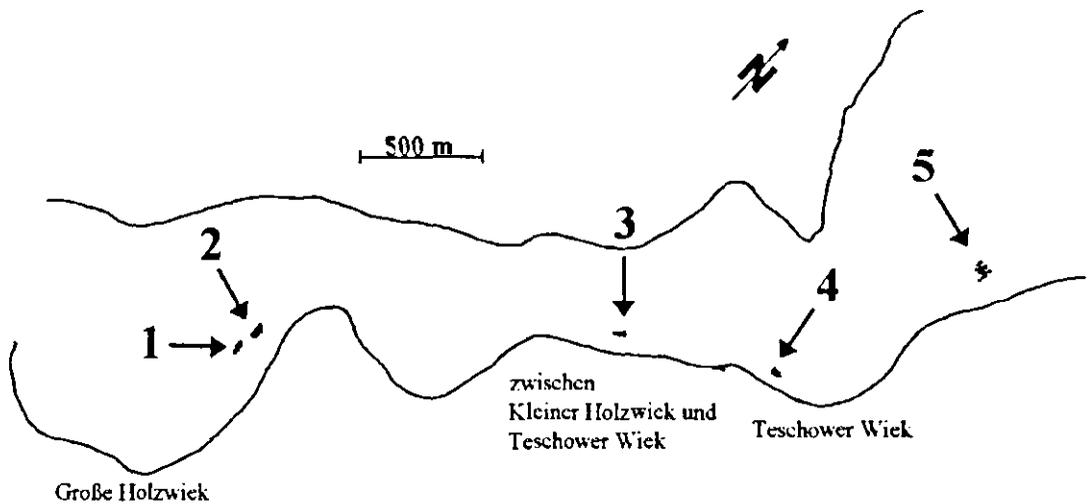
## 2.2 Experimentell angelegte Miesmuschelbänke

Für die Ausbringung von Miesmuschelbänken auf 5 Testflächen wurden Muscheln aus der Lübecker Bucht im Bereich der Travemündung entnommen. Die dort lebenden Muscheln stehen vermutlich über das bodennah in die Trave einströmende Ostseewasser in Verbindung mit den schon vorhandenen Travemuscheln und können daher einer gemeinsamen Population zugeordnet werden.

Auf der Suche nach geeigneten Gebieten für die Miesmuschelgewinnung wurden am 27. und 28.07.93 die Bereiche westlich und östlich der Travemündung abgetaucht. Obwohl westlich der Mündung einzelne Muschelansammlungen zwischen den dort zahlreich vorhandenen Findlingen zu beobachten waren, ließ sich mit dieser Methode kein für die Entnahme geeignetes Gebiet mit ausreichenden Mengen Miesmuscheln bestimmen. Daraufhin wurden am 29.07.1993 zur Festlegung eines geeigneten Entnahmegebietes in der Lübecker Bucht mehrere Versuchsfischereien westlich vor der Travemündung mit Hilfe der Forschungsbarkasse „Sagitta“ des Institutes für Meereskunde Kiel durchgeführt. Die größten Muschelvorkommen waren auf der Position 53° 59,088' N und 10° 53,922' E in einer Tiefe von 7 m zu finden.

Dieses Gebiet wurde anschließend ausgiebig mit einer Dredge befischt. Die Holdauer betrug jeweils 10 min. Der Dredgeninhalt bestand überwiegend aus Miesmuscheln, die anschließend in eine Plastikwanne überführt und mit fließendem Ostseewasser von Bewuchs und anhaftenden Tieren befreit wurden. Die gesäuberten Muscheln wurden in Transportbehältern gesammelt und bis zur Ausbringung an Bord gehältert. Anhand des Volumens der Hälterungsgefäße ließ sich die Menge der gesammelten Muscheln ermitteln. Die mittlere Menge wurde durch Auszählen von 5 l Muscheln bestimmt. Insgesamt konnten etwa 700 Liter Miesmuscheln mit einer durchschnittlichen Größe von 4 cm gefischt werden.

Die Lage der Testflächen wurde mit Hilfe der Transektdaten zur Verteilung der Miesmuscheln sowie des Gefälles des Untergrundes bestimmt. Das Gefälle auf den Testflächen mußte gering sein, damit die auszubringenden Miesmuscheln nicht bereits während der Ausbringung in größere Tiefen wegrutschen. Es sollten Testflächen sowohl in der Nähe des Fahrwassers als auch in den Wicken bestückt werden. Zusätzlich wurde die fischereiliche Nutzung der Flächen berücksichtigt.



**Abb. 8:** Lage der experimentell ausgebrachten Miesmuschelbänke (Größenausdehnung nur schematisch) in der Untertrave 1993.

Der Bereich um Transekt 3 wurde als Standort für die ersten beiden Testflächen 1 und 2 festgelegt (Abb. 8). Die erste Fläche lag in etwa 2,4 m, die zweite in 2,0 m Wassertiefe. Unterhalb von 3 m wurden auf dem Transekt 3 Muschelcluster nachgewiesen. Daher wurde eine erfolgreiche Ansiedlung erwartet. Dieser Bereich wird wegen des unreinen Grundes nicht mit Waden befischt.

Die dritte Testfläche wurde zwischen der Kleinen Holzwick und der Teschower Wiek auf Höhe des Transektes 13 angelegt. Dort lassen Brückenreste auf dem Grund keine Befischung mit der Wade zu. Die auf diesem Transekt in 2 m Wassertiefe nachgewiesene Miesmuschelbank deutete auf gute Bedingungen für eine Ansiedlung. Die Ostseemuscheln wurden in etwa 1,9 m Wassertiefe parallel zur bereits bestehenden Muschelbank ausgebracht.

Geschützt vor der Strömung der Trave liegt an der südlichen Spitze der Teschower Wiek die vierte Testfläche. Dieser Bereich wurde mit Hilfe des Transektes 16 untersucht. Er weist bis in 2,3 m Wassertiefe einen flach abfallenden Grund auf. Zahlreiche größere Steine als Reste der ehemaligen Kiesgewinnung in diesem Gebiet verhindern auch hier eine Nutzung mit Zugnetzen. Die Muschelbank wurde ufernah in 1,6 m Wassertiefe angelegt.

Der fünfte Standort wurde auf Höhe des Transektes 21 im Wadenzug Kuhl gewählt. Er liegt in etwa 3 m Wassertiefe und weist nur ein geringes Gefälle auf. Da dieser Wadenzug bei fast jeder Ausfahrt der Fischer befischt wird, konnte zusätzlich der Einfluß der Wadenfischerei auf eine neu angesiedelte Muschelbank untersucht werden.

Für die Kennzeichnung der Ausbringungsorte wurden am 28.07.93 auf jeder Testfläche 2 kleine Bojen gesetzt. Zur Ausbringung der Miesmuscheln am 29.07.93 fuhr die Sagitta zwischen den beiden Bojen hindurch. Auf Höhe der Bojen wurden über den Testflächen zwischen 118,9 und 146,2 Liter Muscheln ausgebracht. Dabei ließ sich das Schiff auf den letzten Metern vor den Bojen mit geringer Geschwindigkeit treiben, um nicht durch die Schraubenbewegung die Miesmuscheln zu verteilen.

Die Entwicklung der ausgebrachten Muschelbänke wurde im weiteren Verlauf des Jahres 1993 durch monatliche Tauchbeobachtungen dokumentiert. Es wurde die Ausdehnung der Muschelbänke und die Verteilung der Muscheln bestimmt. Zur Überprüfung der Vitalität wurde die Schließreaktion der Schalen bei Berührung kontrolliert. Auch wurde nach leeren Muschelschalen gesucht. Einen Tag nach der Ausbringung wurden die ausgebrachten Muschelbänke erstmals vermessen und die Größe der bedeckten Flächen bestimmt. Aufgrund der sehr hohen Tierdichten auf den Testflächen wurde der Versuch, mit Hilfe eines Zählrahmens die Tierdichten zu ermitteln, aufgegeben. Stattdessen wurde aus der Größe der bestückten Flächen, dem Volumen der eingebrachten Muscheln und der Individuenzahl pro Liter die Muscheldichte berechnet.

Im Vergleich zu den bereits in der Trave lebenden Muscheln waren die aus der Ostsee stammenden Tiere nicht mit Seepocken bewachsen. Dies erleichterte die Suche nach den Muscheln im Laufe der weiteren Untersuchungen und ermöglichte eine einfache Unterscheidung zwischen ausgebrachten und bereits vorhandenen Miesmuscheln.

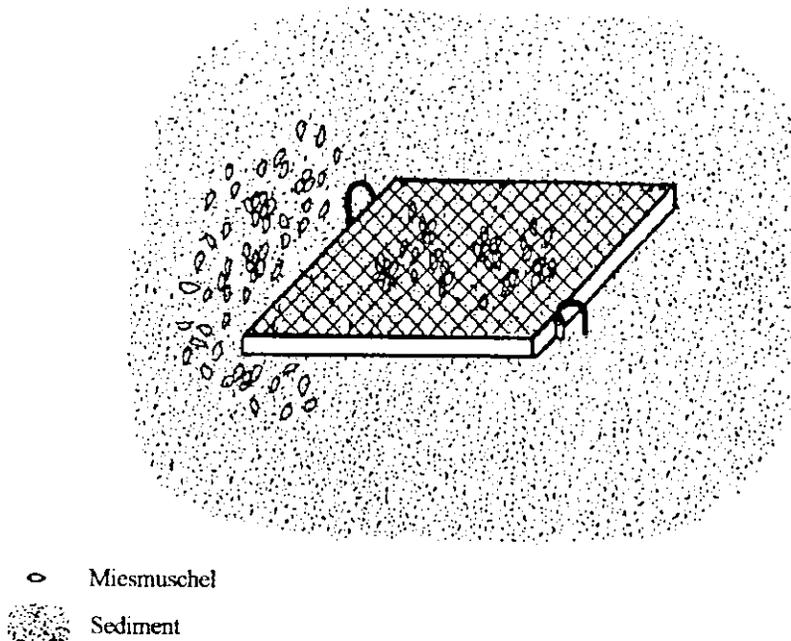
### **2.3 Wachstum und Sterblichkeit *in situ* exponierter Muscheln (Käfighaltung)**

Die Untersuchungen zum Wachstum der Miesmuscheln in der Untertrave erstreckten sich über einen Zeitraum von September 1993 bis November 1995. In den Wintermonaten von Dezember bis März ruhte die Probennahme. Da die Naturschutzbehörde die Genehmigung zur Entnahme von Travemuscheln verweigert hatte, mußte das Wachstum anhand von exemplarisch ausgebrachten Muscheln untersucht werden. In Anbetracht des langen Untersuchungszeitraumes wurde als Wachstumsmaß die Schalenlänge gewählt, da nur die Bestimmung der Schalenlänge Messungen über den gesamten Untersuchungszeitraum erlaubte, ohne die Muscheln nachhaltig zu schädigen oder zu töten.

Die untersuchten Miesmuscheln stammten aus dem Bereich vor der Travemündung. In Übereinstimmung mit anderen Autoren (Kautsky 1982a, Schütz 1964) wurde das Wachstum von möglichst jungen Miesmuscheln mit Startlängen von 2,0-3,1 cm verfolgt. Die Bestimmung der Muschellänge erfolgte auf den unteren Millimeter genau mittels einer Schieblehre an der längsten Stelle der Muschelschale vom Wirbel bis zur Spitze.

Es wurden jeweils 150 Miesmuscheln in 5 Käfigen mit einer Grundfläche von jeweils 0,25 m<sup>2</sup> eingebracht. Diese Käfige wurden aus L-förmigem, nicht-rostenden Stahl zusammengeschweißt und hatten eine Seitenhöhe von 5 cm (Abb. 9). Boden und Deckel des Käfigs bestanden aus grobmaschigem Netzmaterial (0,5 cm Maschenweite, Material: Polyethylen). In den Käfigen waren die Muscheln travetypischen Bedingungen ausgesetzt, ohne durch mechanische Umlagerungen auf dem Sediment gefährdet zu sein. Die Käfige wurden mit hakenförmigen Armierungseisen von ca. 80 cm Länge im Boden verankert.

Die erste Ausbringung erfolgte am 7. und 8.09.93. Die Käfige 1, 3 und 4 wurden in unmittelbarer Nachbarschaft zu den neu angesiedelten Muschelbänken im Bereich der Testflächen 1, 3 und 4 ausgebracht. Der Käfig 2 wurde zwischen Großer Holzwiek und Kleiner Holzwiek in etwa 1,8 m Wassertiefe befestigt, um das Muschelwachstum in der Großen Holzwiek mit dem auf einer fahrwassernahen Fläche vergleichen zu können. Der Käfig 5 wurde auf Höhe des Transektes 22 an der Teschower Spitze ausgebracht. Da eine Umlagerung durch die Wadenfischerei befürchtet wurde, lag der Käfig nahe der Fahrrinne außerhalb des Wadenzuges Kuhl.



**Abb. 9:** Schematische Darstellung eines auf dem Sediment befestigten Muschelkäfigs.

Alle Käfige wurden in den Monaten von April bis November monatlich geborgen und die Anzahl und Schalenlänge der lebenden Muscheln bestimmt. Dabei wurden die Miesmuscheln und Käfige von anhaftendem Bewuchs befreit und tote Schalen aus den Käfigen entfernt.

Im Verlauf der Untersuchungen gingen die Käfige 5 im November 1993 und 1 im September 1994 verloren. Zusätzlich wurde im Juni 1994 ein Käfig 1' ebenfalls in der Großen Holzwiek eingebracht. Dieser beinhaltete Miesmuscheln aus der Kieler Förde mit einer Länge von 2-2,5 cm.

Die geringe Anzahl und die erreichte Größe der verbliebenen Muscheln erlaubte 1995 die Aufstockung der Käfige mit Miesmuscheln aus dem Bereich der Travemündung mit einer Länge von 2-2,5 cm. Dabei ließen sich die beiden Muschelgruppen eines Käfigs im weiteren Verlauf der Untersuchung anhand der Schalenlänge deutlich voneinander trennen.

Mit Hilfe einer ANOVA wurden die Mittelwerte der Schalenlängen der Muscheln für den Wachstumszeitraum Juni bis November 1994 verglichen.

## 2.4 Muschellarven im Plankton

Im September 1994 sowie zwischen Mai und November 1995 wurden monatlich Planktonproben auf 3 Stationen in der Untertrave entnommen. Eine Station lag direkt am Rand des Fahrwassers zwischen der Kleinen Holzwiek und der Teschower Wiek, eine weitere in der Großen Holzwiek und die dritte in der Teschower Wiek (Abb. 10).

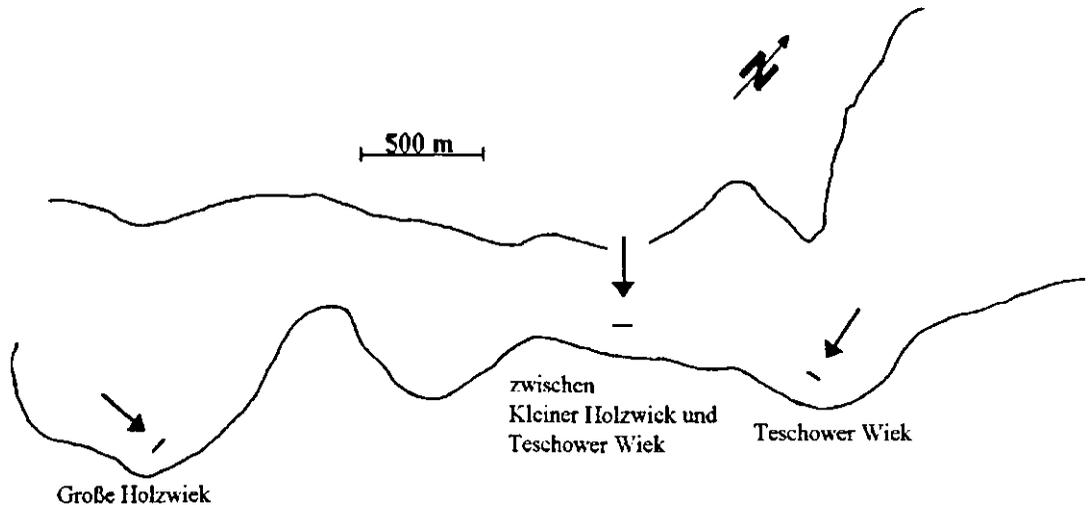


Abb. 10: Schleppestrecken (markiert durch Pfeile) im Untersuchungsgebiet.

Die Schleppestrecke wurde mit zwei Bojen im Abstand von 50 m markiert. Zwischen diesen Bojen wurde ein Planktonnetz mit kreisförmiger 20,5 cm weiter Öffnung, 20  $\mu\text{m}$  Maschenweite und 50 cm Netztiefe vom Boot aus bei geringer Geschwindigkeit durch das Wasser geschleppt. Beprobte wurden auf jeder Station die Wassertiefen 0, 2, 4 und 6 m. Nur in der flachen Teschower Wiek unterblieb der Schlepp in 6 m Wassertiefe. Die beprobte Wassertiefe wurde über die ausgefierte Leinenlänge und den Leinenwinkel bestimmt. Bei größeren Verunreinigungen durch Quallen oder treibende Plastikteile wurde die Probennahme auf einer um wenige Meter versetzten Schleppestrecke wiederholt. Die Proben wurden in Kautexflaschen mit 4 %igem gepuffertem Formalin konserviert.

Da sich die Muschelschalen bei längerer Lagerung langsam auflösen können, wurden die Proben möglichst bis zur nächsten Probennahme im Folgemonat ausgewertet. Die Anfärbung mit einer Spatelspitze Bengalrosa führte zu einer starken Färbung der nicht weiter untersuchten Planktonanteile, wie z.B. größerer Diatomeen. Muschellarven selbst blieben weitgehend blaß und ließen sich so leichter unter dem Binokular erkennen und herausammeln. Soweit bestimmbar, wurden die Larven der ebenfalls vorkommenden Muschelarten *Cardium* sp., *Mya* sp. und *Macoma* sp. aussortiert. Die verbliebenen Muschellarven wurden der Art *Mytilus edulis* zugeordnet. Dieses Verfahren der Quantifizierung folgt der bereits von Jørgensen (1981) und Kautsky (1982b) in ähnlicher Weise angewendeten Methode.

Anschließend wurden die Miesmuschellarven vermessen, die größte Schalenlänge bestimmt und die mittlere Schalenlänge in der jeweiligen Probe berechnet. Anhand der Schleppestrecke wurde das filtrierte Volumen ermittelt und die Zahl der Muschellarven auf einen Kubikmeter hochgerechnet. Mit einer Maschenweite von 20  $\mu\text{m}$  lassen sich mit dem Netz selbst die kleinsten Muschellarven quantitativ erfassen. Daher kann bei der Probennahme ein

Verlust von Larven, die durch die Maschen schlüpfen, ausgeschlossen werden. Fehler aufgrund größerer Verunreinigungen wurden in erkennbaren Fällen durch die Wiederholung der Probenahme ausgeschlossen.

## 2.5 Verteilung von Jungmuscheln

**Tab. 3:** Verteilung und Wassertiefe der Stationen auf den Probenorten.

Probenort	Station	Wassertiefe [m]
Teschower Wiek	1	2
	1a	3
	2	4
	2a	5
	3	6
zwischen Teschower Wiek und kleiner Holzwiek	4	2
	4a	3
	5	4
	5a	5
zwischen Kleiner und Großer Holzwiek	6	6
	8	2
	8a	3
	9	4
Große Holzwiek	9a	5
	10	6
	12	2
	12a	3
	13	4
	13a	5
	14	6

In den Jahren 1994 und 1995 wurden an 4 Probenorten im Bereich der Großen Holzwiek und der Teschower Wiek sowie fährwassernah zwischen Großer Holzwiek und Kleiner Holzwiek und zwischen Kleiner Holzwiek und Teschower Wiek Larvensammler ausgebracht. Die Positionen lagen im Bereich der Tansekte 2, 5, 13 und 16 (Abb. 7).

Im Jahr 1994 wurden die Larvensammler im April und Mai 14-tägig und bis November monatlich jeweils in den Wassertiefen 2 m, 4 m und 6 m beprobt. Im Jahr 1995 wurden von Mai bis November monatlich auch in 3 m und 5 m Wassertiefe Larvensammler ausgebracht. Zusätzlich wurden im Juli und August 1995 auf allen 4 Probenstandorten in 2 m, 3 m, 4 m, 5 m und 6 m Wassertiefe weitere Larvensammler 14-tägig beprobt. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Stationen auf den Probenorten und ihre jeweilige Tiefe.

Verschiedene Techniken zur Untersuchung des Larvenfalls wurden beschrieben. So setzten Buyanovskii & Kulikova (1984), Dare *et al.* (1983), Meredyth-Young & Jenkins (1978) und Thorson (1946) Fäden oder Leinen rauer Beschaffenheit als Larvensammler ein, Davies (1974) arbeitete mit Sammlern aus Tierhaaren und synthetischen Filamenten, und Board (1983) nutzte Netzgitter, die mit ausrangiertem Verpackungsmaterial aus Plastik und Hydroidwedeln bestückt waren. Reusch (1994) und Pulfrich (1995) verwendeten ein zwischen Holzscheiben gespanntes Netz. Allen Larvensammlern gemein ist, daß sie ein attraktives, filamentöses Siedlungssubstrat anbieten sollen, um möglichst viele Larven zur Ansiedlung zu bewegen. Diese können dann als Jungmuscheln nachgewiesen werden.

In dieser Arbeit wurde eine leicht modifizierte Version des von Reusch (1994) und Pulfrich (1995) eingesetzten Larvensammlertyps verwendet (Abb. 11). Bei diesem Modell wird das Netz (12 cm Netzhöhe) mit Hilfe von Schellen zwischen zwei Holzscheiben (7 cm Durchmesser) aufgespannt. Die Modifikationen beschränken sich auf Unterschiede in dem Verankerungssystem. Die Ergebnisse sind somit direkt vergleichbar mit den Daten der oben genannten Autoren. Pulfrich (1995) zeigte, daß die Größenverteilung der Jungmuscheln auf den Larvensammlern der Größenverteilung auf natürlichen Substraten entspricht. Dies belegt, daß der eingesetzte Larvensammlertyp sowohl von ansiedlungsfähigen Muschellarven als auch von sekundär verdrifteten Jungmuscheln gleichermaßen besiedelt werden kann.

Für die Bergung der Larvensammler kamen zwei mit einem Scharnier verbundene Halbröhren zum Einsatz, die von einem Taucher um den Larvensammler herumgeklappt wurden. Diese Methode schließt den Larvensammler nach unten mit einem ebenfalls halbierten Boden ab und verhindert, daß sich die jungen Miesmuscheln ablösen und verloren gehen. Der Larvensammler wurde ausgehakt und gegen einen frischen ausgetauscht. Der Taucher brachte darauf den alten Larvensammler in der Transportröhre an die Oberfläche und überführte beides in einen auf dem Begleitboot bereitgehaltenen Eimer. Das Netz des Larvensammlers wurde in einen Transportbehälter überführt und das Gerüst des Larvensammlers im verbleibenden Wasser der Röhre gespült. Das Spülwasser wurde durch ein 125- $\mu\text{m}$ -Sieb gegossen und der Siebrückstand mit wenig Wasser ebenfalls in den Transportbehälter überführt. Schließlich erfolgte die Fixierung der Probe mit 4 %igem Formalin.

Das Wiederauffinden der Larvensammler wurde erschwert, da von behördlicher Seite keine Genehmigung zur Kennzeichnung der Ausbringungsorte erteilt wurde. Die schlechten Sichtverhältnisse in der Untertrave mit Sichtweiten teilweise unter 20 cm erschwerten die Probennahme zusätzlich. Auch war der Verlust einiger Larvensammler zu beklagen, vermutlich bedingt durch fischereiliche Aktivitäten. Ankerwurf, Sedimentbewegungen und Tauchaktivitäten.

Das Wiederauffinden der Larvensammler wurde erschwert, da von behördlicher Seite keine Genehmigung zur Kennzeichnung der Ausbringungsorte erteilt wurde. Die schlechten Sichtverhältnisse in der Untertrave mit Sichtweiten teilweise unter 20 cm erschwerten die Probennahme zusätzlich. Auch war der Verlust einiger Larvensammler zu beklagen, vermutlich bedingt durch fischereiliche Aktivitäten. Ankerwurf, Sedimentbewegungen und Tauchaktivitäten.

Im Labor wurden die Proben durch ein 100- $\mu\text{m}$ -Sieb gespült, kräftig gewaschen und die Zahl und Größe der Miesmuscheln unter dem Binokular bestimmt. 1995 wurden neben den Miesmuscheln auch die anderen angesiedelten Muschelarten, soweit möglich, bestimmt und vermessen.

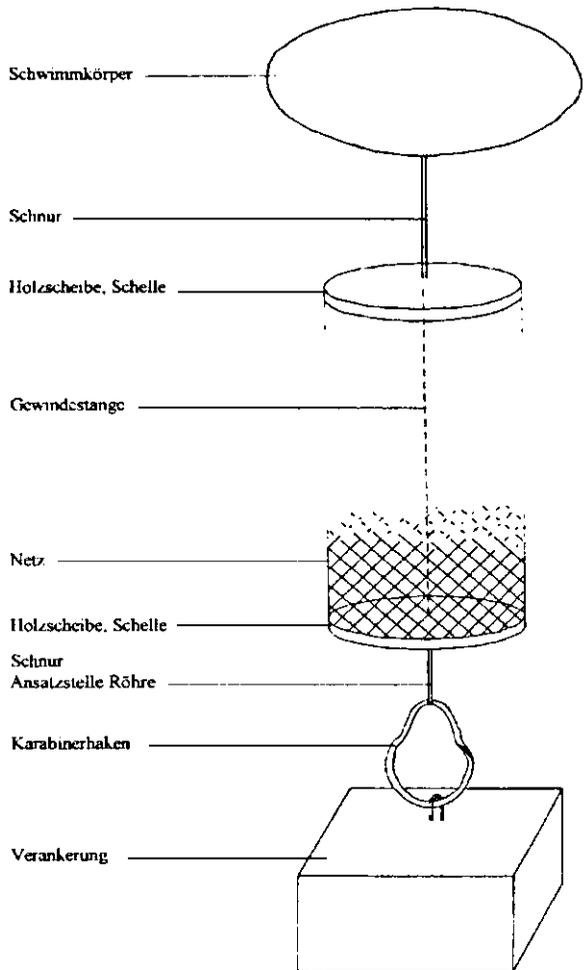


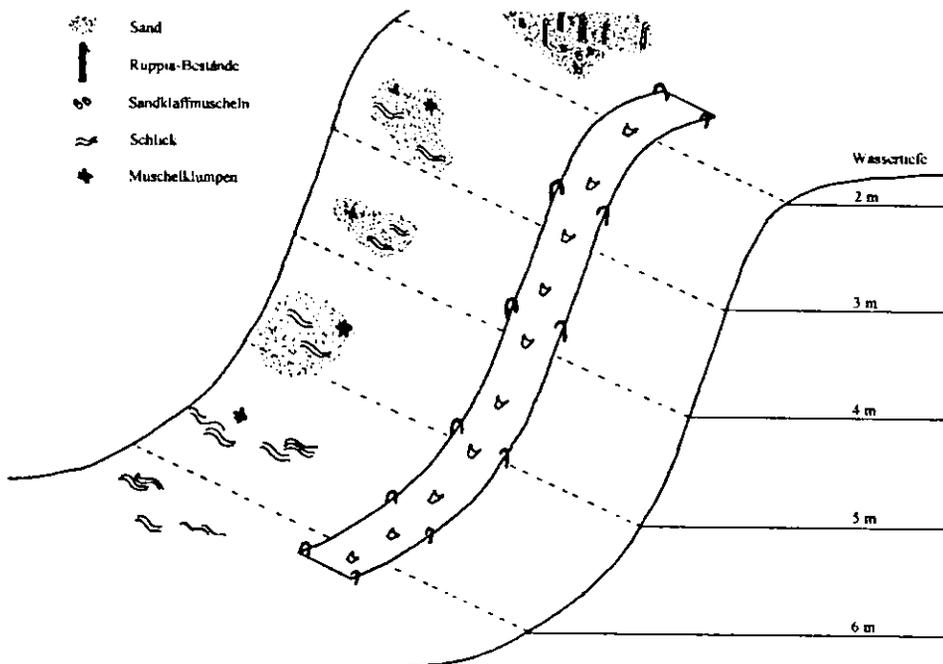
Abb. 11: Larvensammler, schematisch.

## 2.6 Feldexperimente zum Wanderverhalten von Jungmuscheln

Eine direkte Beobachtung des Wanderverhaltens der Miesmuscheln auf dem Sediment der Untertrave war aufgrund der schlechten Sichtverhältnisse, der fischereilichen Aktivitäten sowie der hohen Sedimentationsrate nicht möglich. Daher wurde in der hartsubstratarmen Untertrave ein für die Miesmuscheln attraktives Ansiedlungssubstrat eingebracht, um möglichen umherkriechenden Miesmuscheln ein attraktives Ansiedlungssubstrat anzubieten. Als künstliches Substrat wurden gebrauchte, gebrannte Ziegel verwendet. Für die Probennahme wurden in der Teschower Wiek in 2, 3, 4, 5 und 6 m Wassertiefe jeweils 2 Ziegel im Abstand von etwa 1 m ausgebracht. Um keine Verfälschung durch neu angesiedelte Muschellarven zu erhalten, wurde dieses Experiment erst gegen Ende des Larvenfalls am 23.07.1995 begonnen.

Die Ziegel wurden das erste Mal 2 Tage später, am 25.07.1995 und dann am 11.08.1995 sowie am 28.09.1995 von einem Taucher geborgen und im Beiboot beprobt. Dazu wurden die Oberseite sowie die Seiten jedes Ziegels mit einer Bürste vorsichtig in einer Wanne mit etwas Wasser gereinigt, das Waschwasser durch ein 250 µm Sieb gespült und der Siebinhalt in eine Kautexflasche überführt. Die so gewonnene Probe wurde mit 4 %igem Formalin fixiert und im Labor auf das Vorkommen von Muscheln untersucht.

Zur Bestimmung einer möglichen Wanderungsrichtung von Jungmuscheln wurde im August 1995 in der Teschower Wiek eine 15 m lange Plastikbahn aus Polyethylen ausgebracht, auf der im Abstand von 50 cm halbe Kunststoffbecher aufgeklebt waren. Diese Bahn wurde etwa 60 m vom Ufer entfernt an einem Hang in einer Wassertiefe zwischen 2-6 m ausgebracht und mit Armierungsseisen auf dem Sediment befestigt (Abb.12). Dabei wurde mit Hilfe eines Tiefenmessers darauf geachtet, daß sich in genau 2, 4 und 6 m Wassertiefe jeweils ein Halbbecher befand. Die Lage innerhalb der Teschower Wiek wurde gewählt, um der großflächigen Plastikbahn Schutz vor der Umlagerung durch den Sog und Schwell vorbeifahrender Schiffe zu bieten.



**Abb. 12:** Schematische Darstellung der ausgebrachten Plastikbahn mit den darauf befestigten Kunststoffbechern für die Untersuchung der Wanderungsrichtung bei Miesmuscheln 1995.

Als Untersuchungsobjekte dienten junge 1-1,5 cm große Miesmuscheln, die im Juli 1995 vor der Travemündung gesammelt und mit 3 verschiedenen Farben (Nagellack) markiert wurden. Diese wurden anschließend einen Monat in der Trave gehältert. Die markierten und an die Trave adaptierten Muscheln wurden im August 2, 4 und 6 m Tiefe ausgebracht. Dabei überführten Taucher jeweils 60 farbig gekennzeichnete Miesmuscheln in die halben Becher.

Während der Probennahmen wurde die Lage der Plastikbahn überprüft und die Position der Miesmuscheln registriert. Probleme verursachte dabei die zunehmende Sedimentierung auf der Bahn. Im Oktober 1995 wurde die Bahn geborgen und von Tauchern vorsichtig an das Ufer gebracht. Hier wurden die von den Muscheln außerhalb der Becher zurückgelegten Strecken bestimmt. Dazu wurde die Bahn in ein Koordinatensystem eingeteilt, in dessen 0-Punkt der jeweilige Becher lag. Anschließend wurde die horizontale und die vertikale Distanz der Miesmuschel zu dem 0-Punkt bestimmt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Vorkommen der adulten Miesmuscheln

Insgesamt wurden 23 Transekte untersucht. Die Einzelergebnisse sind im Anhang detailliert dargestellt (Abb. 38-60). Neben der Verteilung der beobachteten Strukturen weisen die Abbildungen die mittlere Anzahl der pro Quadratmeter gezählten Muschelklumpen sowie für Muschelcluster die mittlere Bedeckung in Prozent pro Quadratmeter aus.

In Tab. 4 sind die Häufigkeit, die Mittelwerte sowie Extremwerte des höchsten und des tiefsten Vorkommens der einzelnen Strukturen auf den Transekten dargestellt. Die häufigsten Strukturen waren Sand auf allen 23 und Schlick auf 22 Transekten. Miesmuschelklumpen konnten auf 19, Muschelcluster und Muschelbänke jeweils auf 7 Transekten nachgewiesen werden.

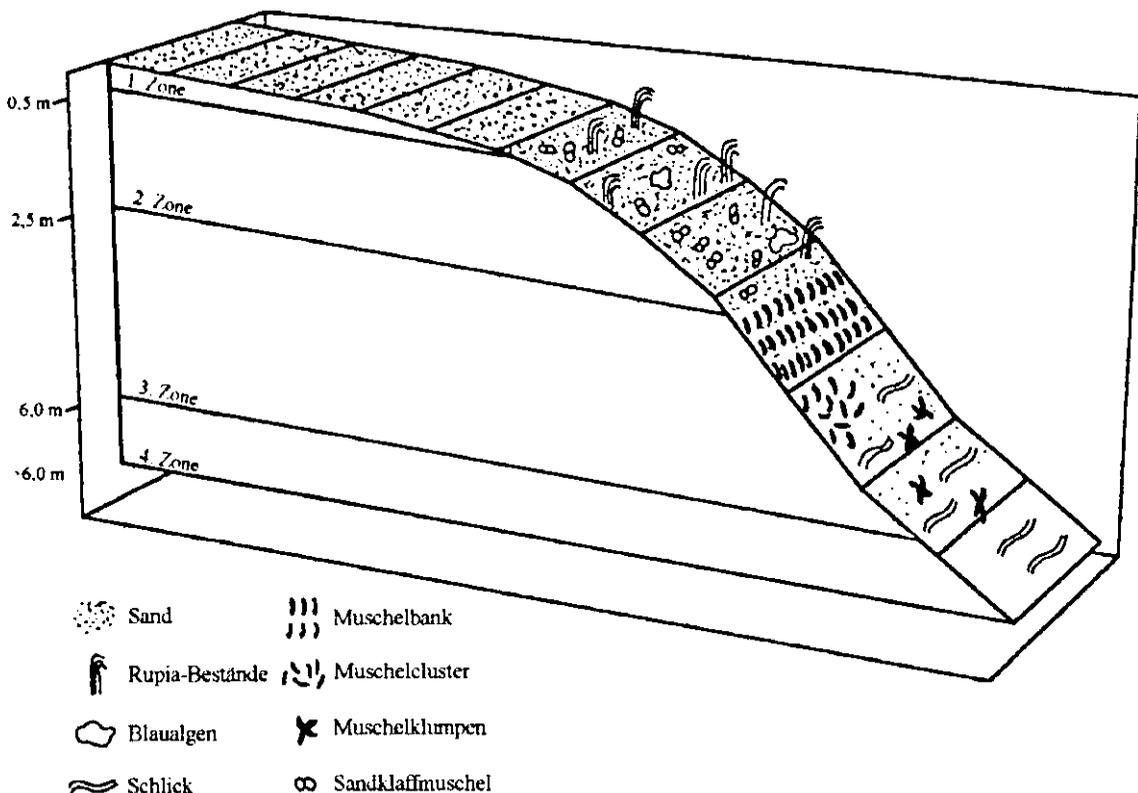
Miesmuscheln ließen sich im Bereich von 0,5-7,2 m Wassertiefe nachweisen. Im Mittel beschränkte sich ihr Vorkommen jedoch auf den Bereich zwischen 2,4 und 5,7 m. Im Durchschnittsmittel konnten Muschelbänke in einer Tiefe von 2,4-3,4 m, Muschelcluster von 2,7-3,9 m und Muschelklumpen von 2,8-5,7 m registriert werden.

**Tab. 4:** Häufigkeit und Verteilung der auf den Transekten beobachteten Strukturen in den unterschiedlichen Wassertiefen der Untertrave 1993.

Struktur	Zahl der Transekte n	Mittel höchstes Vorkommen [m]	*Mittel tiefstes Vorkommen [m]	Minimale Tiefe [m]	*Maximale Tiefe [m]
Sand	23	0	3,1	0	5,3
<i>Ruppia</i> -Bestände	18	0,7	1,6	0,4	2,4
Sandklaffmuschel	16	0,8	2,3	0,4	4,2
Muschelschill	18	0,8	1,9	0	4,2
Blualgen	6	1,1	2,6	0,6	4,1
Muschelbank	7	2,4	3,4	1,7	4,3
Muschelcluster	7	2,7	3,9	1,6	5,8
Muschelklumpen	19	2,8	5,7	0,5	7,2
Schlick	22	2,6	5,6	1,2	8,3

\* bei Abbruch der Tauchgänge auf ca. 6m Tiefe (maximale Tauchtiefe 8,3 m)

Anhand der festgestellten Tiefenverteilung läßt sich der Travegrund allgemein in 4 unterschiedliche Zonen einteilen (Abb. 13). Die 1. Zone liegt zwischen 0-0,5 m Wassertiefe und besteht ausschließlich aus Sand. Die 2. Zone erstreckt sich von 0,5-2,5 m Wassertiefe. Hier lassen sich die Sandklaffmuscheln und *Ruppia*-Bestände nachweisen. In der 3. Zone zwischen 2,5-6 m Wassertiefe lebt der größte Teil der nachgewiesenen Miesmuscheln. Anhand der Aufgliederung in Muschelbank, -cluster, und -klumpen läßt sich eine Abfolge dieser Erscheinungsformen erkennen. Die Miesmuschelbänke beginnen in Tiefen um 2,4 m. Diese kompakten Bänke lösen sich ab 3,4 m in einzelne Muschelcluster auf und unterhalb von 3,9 m sind überwiegend Muschelklumpen zu finden. Die 4. Zone schließt sich unterhalb von 6 m Wassertiefe an und besteht aus Schlickflächen mit vereinzelt aufliegenden Muschelklumpen.



**Abb. 13:** Schematische Darstellung der Zonierung der Bodenstrukturen der Untertrave. Dargestellt sind jeweils die vorherrschende Bodenbeschaffenheit und biologischen Strukturen. Zone 1 erstreckt sich von 0-0,5 m, Zone 2 von 0,5-2,5 m, Zone 3 von 2,5-6 m und Zone 4 unterhalb von 6 m Wassertiefe.

Die Verbreitung der Miesmuschelstrukturen auf den einzelnen Probenorten ist in Tab. 5 dargestellt. Auf drei Transekten im Inneren der Teschower Wiek, der Großen Holzwiek sowie gegenüber der Teschower Wiek ließen sich keine Miesmuscheln nachweisen (Transekte 2, 17, 22).

Im Vergleich zwischen befischten und unbefischten Transekten konnte kein genereller Unterschied in der Besiedlung mit Miesmuscheln nachgewiesen werden. Von insgesamt 7 Transekten mit Muschelbänken lagen drei auf den unbefischten Transekten 4, 11, 13 sowie vier weitere auf den befischten Transekten 14, 19, 21 und 23. Die Miesmuschelbänke und -cluster sind jedoch nicht gleichmäßig auf den einzelnen Transekten verteilt. Sie treten bevorzugt unterhalb von steil abfallenden Kanten (Transekte 3, 7, 9, 11, 13, 14, 21, 23) und in natürlichen Senken auf (Transekte 19, 21) (vergl. Abb. 38-60).

Tab. 5: Verteilung der 1993 beobachteten Miesmuschelstrukturen auf den Transekten 1-23 sowie die Lage der Transekte im Untersuchungsgebiet und auf den Wadenzügen der Fischer.

Transekt	Vorkommen	Muschelbank	Muschelcluster	Muschelklumpen	Probenort	Befischte Transekte
1	x			x	Große Holzwiek	
2						
3	x		x	x	zwischen Kleiner und Großer Holzwiek	
4	x	x	x			
5	x			x	Kleine Holzwiek	x
6	x			x		
7	x		x	x		x
8	x			x		
9	x		x	x		
10	x			x		
11	x	x		x	zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek	x
12	x			x		
13	x	x	x	x	Teschower Wiek	
14	x	x		x		
15	x			x	zwischen Teschower Wiek und Teschower Spitze	x
16	x			x		
17						
18	x			x		x
19	x	x	x	x		
20	x			x		x
21	x	x	x	x		
22						
23	x	x		x		x
Summe:		7	7	19		

Anhand der Tauchbeobachtungen lassen sich folgende Aussagen zur Verteilung der Miesmuschelbänke in der Untertrave machen:

1. Zwischen Teschower Wiek und Teschower Spitze ließen sich auf den Transekten 19, 21 und dem gegenüber liegenden Transekt 23 Muschelbänke nachweisen.
2. Zwischen Kleiner Holzwiek und Teschower Wiek lag auf den Transekten 11, 13 und 14 in etwa 2 m Wassertiefe ein offensichtlich zusammenhängendes Muschelvorkommen. Die etwa 10 m breite Muschelbank befand sich unterhalb einer steil abfallenden Kante und erstreckte sich bis in eine Tiefe von 3,5 m (auf Transekt 13). Auf Transekt 12 konnten ausschließlich Muschelklumpen beobachtet werden. Die Länge dieses Muschelvorkommens beträgt daher mit dieser Unterbrechung etwa 700 m.
3. Auf der Landzunge zwischen Kleiner und Großer Holzwiek wurde auf Transekt 4 eine weitere Muschelbank nachgewiesen. Dies ist im Rahmen dieser Arbeit der am weitesten flußaufwärts gelegene Nachweis einer Muschelbank.
4. Die Kleine Holzwiek ist die einzige Wiek, die auch im Innern größere Muschelvorkommen aufweist (Transekte 8, 9, 10).

5. Im Innern der Großen Holzwiek auf den Transekten 1 und 2 sowie innerhalb der Teschower Wiek auf den Transekten 17 und 18 konnten einzelne Muschelklumpen, jedoch keine Muschelcluster oder Bänke beobachtet werden.

Die Auswertung der Uferproben von den Steinschüttungen erbrachte keine nennenswerten Miesmuschelvorkommen im Uferbereich zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek. Die Steine waren überwiegend mit Algen bewachsen und von Krebsen aus der Gruppe der Isopoden bewohnt.

### 3.2 Experimentell angelegte Miesmuschelbänke

Während des gesamten Versuchszeitraumes 1993 wurden auf allen Testflächen weder tote Muscheln noch leere Muschelschalen beobachtet. Die Miesmuscheln waren schon einen Tag nach der Ausbringung miteinander vernetzt und einzelne Tiere konnten nicht mehr aus den Bänken entfernt werden. Auf allen Testflächen zeigten die Muscheln bei Überprüfung ihrer Vitalität eine normale Schließreaktion.

Auf den Testflächen 1 und 2 wurden 8 bzw. 6 m<sup>2</sup> große Muschelbänke angelegt. Die Tierdichten betragen 3.179 und 4.240 Ind./m<sup>2</sup> (Tab. 6). Direkt über den neu angesiedelten Muschelbänken wurde die Ausbildung einer zwischen 20-30 cm hohen Klarwasserzone beobachtet. Die Muschelbank auf Testfläche 3 bedeckte eine langgestreckte Fläche vom 9 m<sup>2</sup> bei einer Tierdichte von 2.299 Ind./m<sup>2</sup>. Aufgrund der hier herrschenden, stärkeren Strömung am Rand des Fahrwassers fehlte die Klarwasserzone über dieser Muschelbank. Eine 4,5 m<sup>2</sup> große Muschelbank wurde auf Testfläche 4 im strömungsberuhigten Bereich der Teschower Wiek angelegt. Sie hatte mit 5.460 Ind./m<sup>2</sup> die höchste Tierdichte aller 5 Versuchsflächen. Die Filtrierleistung der Muscheln führte zur Ausbildung einer Klarwasserzone. Einzig auf der Testfläche 5 in 3 m Tiefe war es nicht gelungen, eine zusammenhängende, kompakte Muschelbank anzulegen. Die Muscheln waren auf einer Fläche von 28 m<sup>2</sup> verteilt und konnten nur als zerstreut liegende Muschelcluster registriert werden. Hier wurden sie im Mittel mit einer Dichte von 885 Tieren pro m<sup>2</sup> ausgebracht.

**Tab. 6:** Ausgebrachte Muschelmengen, besiedelte Flächen und Muscheldichten und Wassertiefe auf den 5 Testflächen 1993.

Testfläche	Wassertiefe [m]	Ausgebrachte Muschelmenge [l]	Zahl der Muscheln <sup>*</sup> [n]	Besiedelte Fläche [m <sup>2</sup> ]	Muscheldichte <sup>*</sup> [n/m <sup>2</sup> ]
1	2,4	146,2	25.438	8	3.179
2	2	146,2	25.438	6	4.240
3	1,8	118,9	20.688	9	2.299
4	1,6	141,2	24.568	4,5	5.460
5	3	142,4	24.777	28	885
Summe:		694,9	120.909		

<sup>\*</sup> berechnet über das ausgebrachte Muschelvolumen: Eine Auszählung ergab einen Mittelwert 174 Miesmuscheln pro Liter Muscheln

Im Verlauf der monatlichen Untersuchungen zeigten sich Umlagerungen und Zerstreuungen auf den Testflächen, die zur kompletten Zerstörung einzelner Miesmuschelbänke führten. In Tab. 7 ist der Versuchsverlauf aufgeführt. Einzig die Muschelbänke auf den Testflächen 1 und 2 blieben von Juli bis November 1993 vollständig erhalten. Bei Berührung zeigte sich an der Schließreaktion der Muschelschalen die Vitalität und es konnten keine leeren Schalen in den Muschelbänken oder in der unmittelbaren Umgebung beobachtet werden. Auch die Größe beider Muschelbänke veränderte sich nicht.

Die Muschelbank der Testfläche 3 war schon im August nicht mehr zusammenhängend. Zwischen den Muscheln traten erste kleine Lücken auf. Im September waren diese Lücken noch größer und im Oktober ließen sich in dem Bereich nur noch einzeln liegende Muschelklumpen nachweisen. Im November fehlten die ausgebrachten Muscheln vollständig. Bis zum endgültigen Verschwinden der Muscheln waren jedoch weder Vitalitätseinbußen beim Test der Schließreaktion noch eine Mortalität in Form von leeren Schalen registriert worden.

**Tab. 7:** Entwicklung der Verteilungsmuster der ausgebrachten Muscheln auf den 5 Testflächen basierend auf Tauchbeobachtungen im Jahr 1993, nach qualitativer Einschätzung der Kompaktheit bzw. Desintegration der ausgebrachten Mengen.

Testfläche	1. Untersuchung 30. Juli	2. Untersuchung 20. August	3. Untersuchung 7.-9. September	4. Untersuchung 4.-7. Oktober	5. Untersuchung 5.-7. November
1	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank
2	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank
3	Kompakte Muschelbank	einzelne Lücken in der Muschelbank	größere Lücken in der Muschelbank	einzelne liegende Muschelklumpen	Muschelbank konnte nicht wiedergefunden werden
4	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Kompakte Muschelbank	Auflösungserscheinungen am Rand der Muschelbank	in Cluster und Klumpen zerrissene Muschelansammlung
5	zerstreut liegende Muschelcluster	Muschelbank konnte nicht wiedergefunden werden			

Auf der Testfläche 4 war in den ersten 2 Monaten keine Veränderung zu beobachten. Im Oktober wurden am Rand der Bank einzelne Muschelklumpen beobachtet. Im November war auch diese Muschelbank in zahlreiche Muschelcluster und -klumpen zerrissen und auf einer etwa 5mal größeren Fläche verteilt.

Die auf der Testfläche 5 ausgebrachten Muscheln wurden lediglich am ersten Tag nach der Ausbringung wiedergefunden. Sie wurden als weit zerstreut liegende Muschelcluster nachgewiesen. Eine intensive Suche nach den Muscheln im August verlief erfolglos. Daraufhin wurde diese Testfläche nicht wieder aufgesucht.

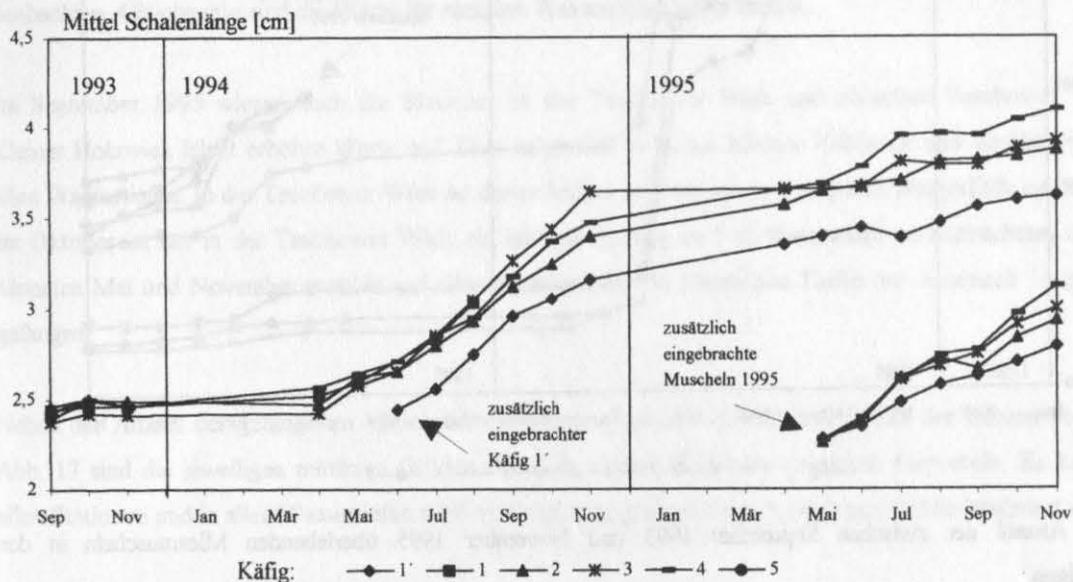
### 3.3 Wachstum und Sterblichkeit *in situ* exponierter Muscheln (Käfighaltung)

Das Wachstum der ausgebrachten Käfigmuscheln von September 1993 bis November 1995 ist in Abb. 14 dargestellt. Die mittlere Schalenlängenzunahme der Muscheln ist jeweils von einem zweistufigen Verlauf gekennzeichnet. Dabei war in den Sommermonaten der Zuwachs am größten.

Von September 1993 bis April 1994 war nur ein geringes Wachstum zu beobachten. Von April bis November 1994 wuchsen die Miesmuscheln etwa 1 cm. Im Vergleichszeitraum 1995 hatte sich die Schalenlängenzunahme halbiert. Die zusätzlich im Mai 1995 ausgebrachten kleineren Miesmuscheln zeigten im gleichen Zeitraum einen Zuwachs von 0,5 bis 0,85 cm. Die geringere Schalenlängenzunahme der Untersuchungsmonate September bis November 1995 ähnelte der Situation von September bis November 1993. In den Wintermonaten zwischen November und April 1994/95 lag das Schalenwachstum der Muscheln über dem des Vorjahreszeitraumes.

Der Vergleich zwischen den beiden strömungsexponierten Käfigen 2 und 3 mit den Käfigen in den Wicken 1' und 4 zeigte keine Unterschiede in den Wachstumsraten. So lag das mittlere Schalenwachstum im Käfig 4 in der Wachstumsphase des Jahres 1994 zwischen Werten von den Käfigen 2 und 3. Im Folgejahr wiesen die Muscheln in diesem Käfig die höchste Schalenlängenzunahme auf.

Die Wachstumsunterschiede in den Käfigen zeigten eine interessante Tendenz, die jedoch selbst in den Sommermonaten zwischen Juni und November 1994 nicht statistisch abzusichern war (ANOVA;  $F=1,27$ ;  $P=0,3124$ ). Es zeigte sich sowohl in den über 2 Jahre untersuchten Muscheln als auch in den 1995 hinzugekommenen kleineren Muscheln ein Anstieg der Schalenlänge mit größerer Nähe zur Travemündung. So wurde jeweils das größte Wachstum in der Teschower Wiek und das geringste Wachstum in der Großen Holzwiek beobachtet, selbst unter Berücksichtigung der geringeren Anfangsgröße der Miesmuscheln in Käfig 1'.



**Abb. 14:** Mittlere Schalenlänge der Käfigmuscheln von September 1993 bis November 1995 an den Standorten 1 und 1' in der Großen Holzwiek, 2 zwischen Großer und Kleiner Holzwiek, 3 zwischen Kleiner Holzwiek und Teschower Wiek, 4 in der Teschower Wiek und 5 zwischen Teschower Wiek und Teschower Spitze.

Die Bestandsentwicklung der Käfigmuscheln ist in Abb. 15 und im Anhang in Tab. 10 dargestellt. Es zeigte sich, daß die Sterberaten im Verlauf eines Jahres unterschiedlich hoch sind. Grundsätzlich starben in den Wintermonaten nur sehr wenige Muscheln. Sowohl zwischen November 1993 und April 1994 als auch zwischen November 1994 und April 1995 starben nur zwischen 0-13 %. In den Sommermonaten stiegen die monatlichen Sterberaten an und erreichten im Juli/August jeweils die höchsten Werte. Dabei wurde im besonders warmen Sommer 1994 die höchste Zahl toter Tiere in der Zeit von Juli auf August beobachtet. Im diesem Zeitraum starben etwa 70 % der vorhandenen Miesmuscheln in den Käfigen. Die kleineren Muscheln im Käfig 1' wiesen demgegenüber zwischen Juli und August 1994 nur eine Sterberate von 44 % auf. Die Verluste in den Sommermonaten 1995 lagen mit maximal 19 % in Käfig 1' deutlich unter denen des Vorjahres. Auch auf den natürlichen Muschelbänken konnte anhand von leeren Schalen eine hohe Mortalität beobachtet werden.

Im gesamten Jahr 1994 lagen die Verluste zwischen 51 % (Käfig 1', im Juni 1994 ausgebracht) und 85 % (Käfig 4). Im Jahr 1995 lagen die Verluste deutlich darunter. Insgesamt nahm die Zahl der Muscheln 1995 in den einzelnen Käfigen zwischen 26 % (Käfig 4) und 38 % (Käfig 1') ab.

Die im Mai 1995 zusätzlich in die Käfige eingebrachten Miesmuscheln zeigten den gleichen Anstieg der Verlustrate im Sommer wie die bereits längere Zeit untersuchten Muscheln. Während im August Raten zwischen 11 und 30 % beobachtet werden konnten, lagen die Verluste im Frühjahr und Herbst auch hier deutlich niedriger. Es zeigten sich keine Unterschiede in den Sterberaten zwischen den bereits längere Zeit in den Käfigen gehaltenen Muscheln und den deutlich kleineren, neu hinzugefügten Ostseemiesmuscheln.

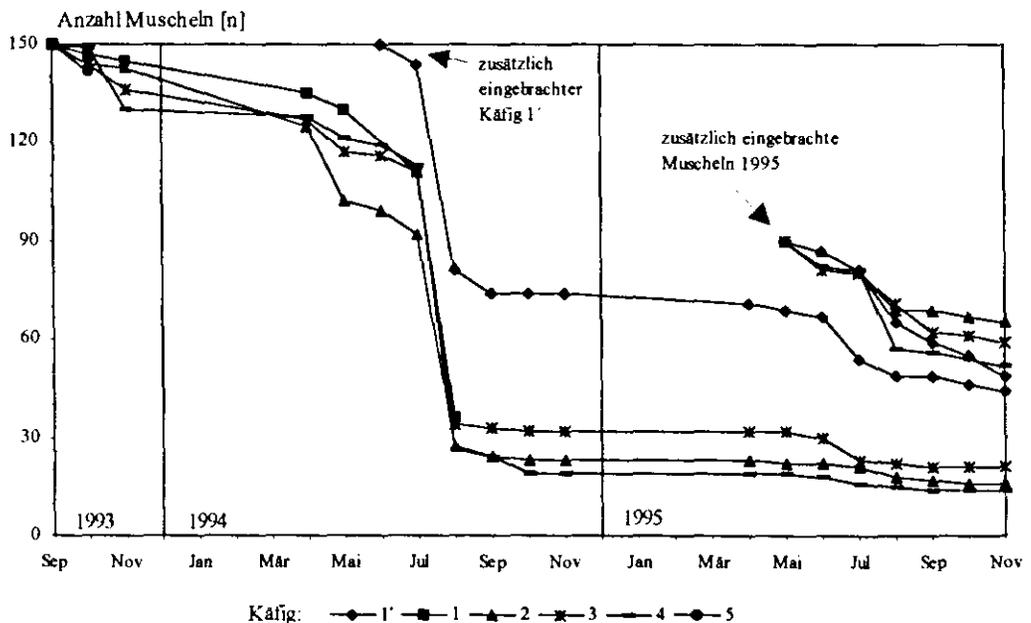


Abb. 15: Anzahl der zwischen September 1993 und November 1995 überlebenden Miesmuscheln in den Muschelkäfigen.

### 3.4 Muschellarven im Plankton

Die Zahl der Miesmuschellarven und ihre mittleren Größen sind in Tab. 11 im Anhang dargestellt. In der Abb. 16 sind die Larvenmengen jeder Station über die einzelnen Tiefen und den Untersuchungszeitraum dargestellt. Es zeigte sich eine deutliche Saisonalität mit größeren Larvenmengen in den Sommermonaten. Es wurden jedoch zwischen den einzelnen Stationen deutliche Unterschiede im zeitlichen Auftreten der jeweilig größten Larvenmenge beobachtet.

In der Teschower Wiek und zwischen der Kleinen Holzwiek und der Teschower Wiek sind die Larvenzahlen im Juni am höchsten. Dabei wies die Station in der Teschower Wiek im Vergleich zu den übrigen untersuchten Monaten im Juni in allen Tiefenhorizonten größere Larvenmengen auf. Zwischen der Kleinen Holzwiek und der Teschower Wiek sind die Werte in den Wassertiefen 2, 4 und 6 m deutlich erhöht. Mit 106 Larven pro m<sup>3</sup> konnte hier in 6 m Wassertiefe auch die höchste Anzahl von Muschellarven aus allen Proben nachgewiesen werden.

Im Vergleich zwischen der Station in der Teschower Wiek und zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek fällt auf, daß die Muschelanzahl in der Teschower Wiek mit steigender Wassertiefe fällt, während sie in der Nähe des Fahrwassers zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek mit steigender Wassertiefe ansteigt.

Im Gegensatz zu den übrigen Stationen wurden in der Großen Holzwiek im Mai mit 73 Larven pro m<sup>3</sup> die höchsten Larvenmengen in 6 m Wassertiefe nachgewiesen. Die übrigen untersuchten Tiefen wiesen keine größeren Larvenmengen auf. Im Juni war in der Großen Holzwiek nur eine leichte Erhöhung der Larvenanzahlen zu beobachten. Im Juli stiegen die Larvenanzahlen wieder an. Der höchste Juliwert lag ebenfalls in 6 m Wassertiefe. In den übrigen Wassertiefen war eine Abnahme der Larvenanzahlen mit steigender Wassertiefe zu beobachten. Im September und Oktober war ein erneuter Anstieg der Larvenzahlen in 6 m Wassertiefe zu beobachten. Gleichzeitig sind die Werte für einzelne Wassertiefen leicht erhöht.

Im September 1995 wiesen auch die Stationen in der Teschower Wiek und zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek leicht erhöhte Werte auf. Dies zeigt sich zwischen Kleiner Holzwiek und Teschower Wiek in allen Wassertiefen. In der Teschower Wiek ist dieser leichte Anstieg nur in 0 und 2 m Wassertiefe zu beobachten. Im Oktober ist nur in der Teschower Wiek ein leichter Anstieg in 2 m Wassertiefe zu beobachten, und in den Monaten Mai und November wurden auf allen Stationen und in sämtlichen Tiefen nur vereinzelt Muschellarven gefangen.

Neben der Anzahl der gefangenen Muschellarven wurde zusätzlich die mittlere Größe der Larven bestimmt. In Abb. 17 sind die jeweiligen mittleren Größen der untersuchten Stationen graphisch dargestellt. Es konnten auf allen Stationen und in allen Wassertiefen mittlere Schalenlängen zwischen 0,1-0,2 mm Größe bestimmt werden.

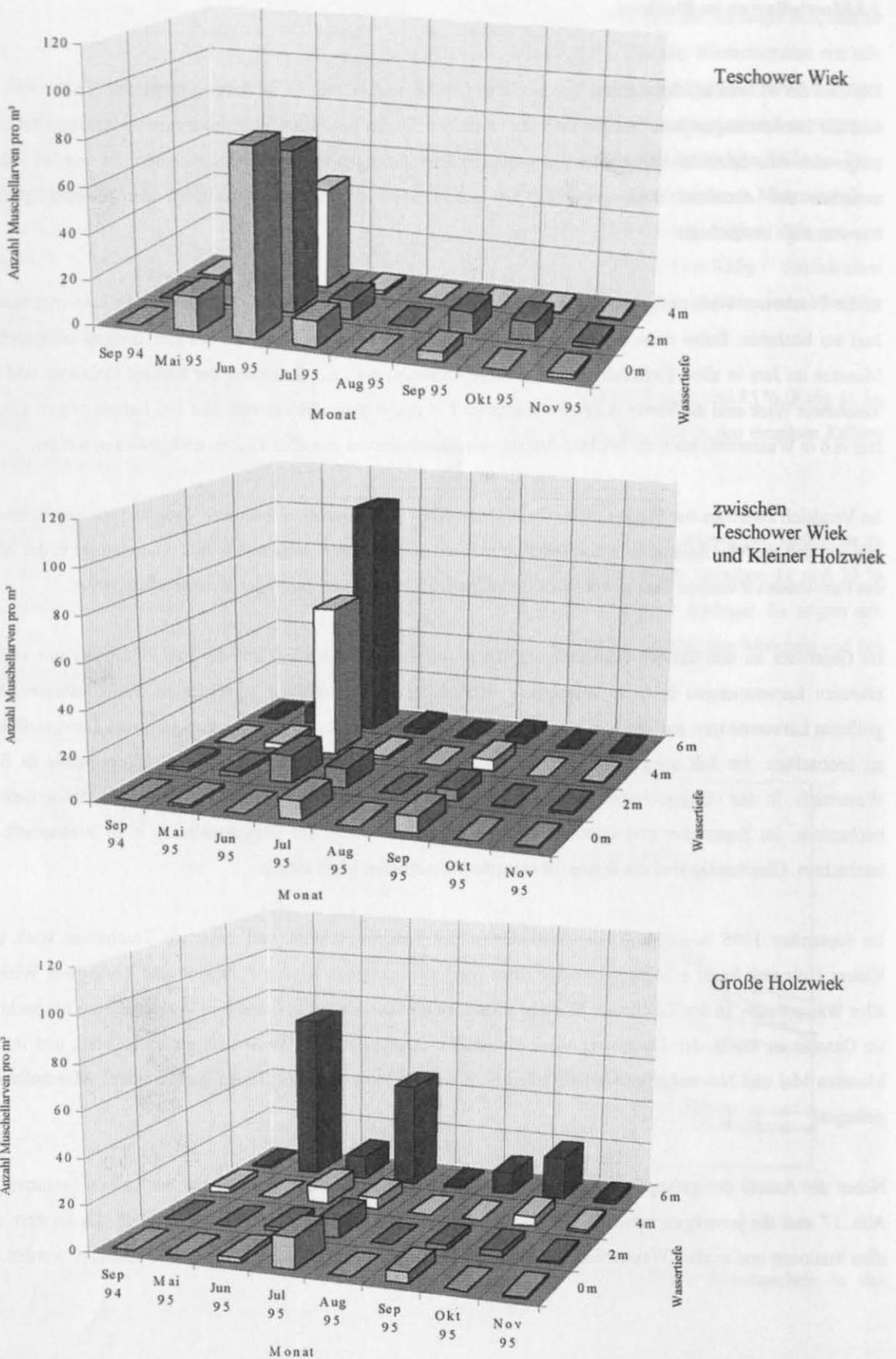


Abb. 16: Anzahl der Miesmuschellarven pro m<sup>3</sup> auf den drei Probenorten im September 1994 und zwischen Mai und November 1995.

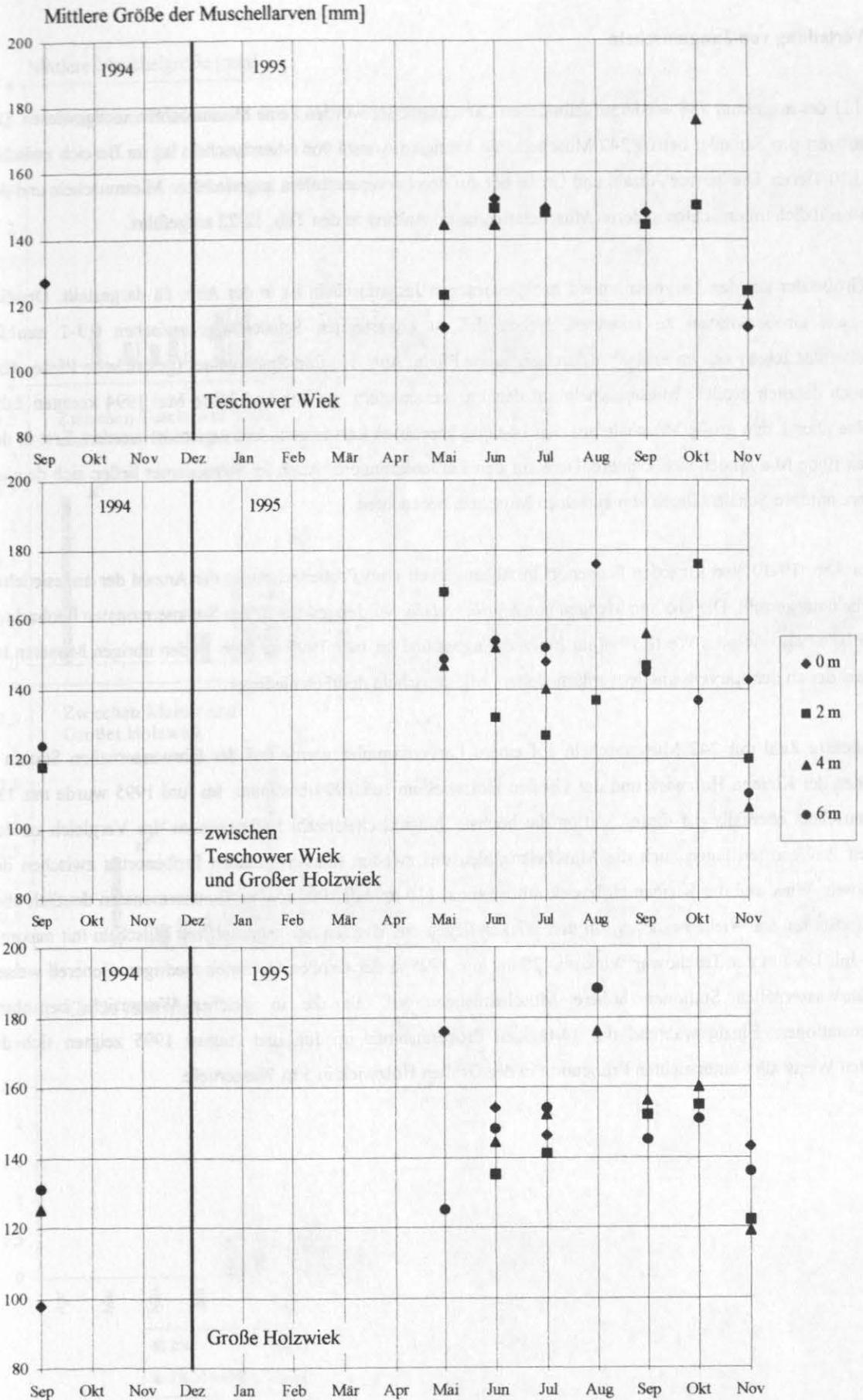


Abb. 17: Mittlere Größe der in Plankton nachgewiesenen Muschellarven im Untersuchungszeitraum September 1994 und Mai bis November 1995.

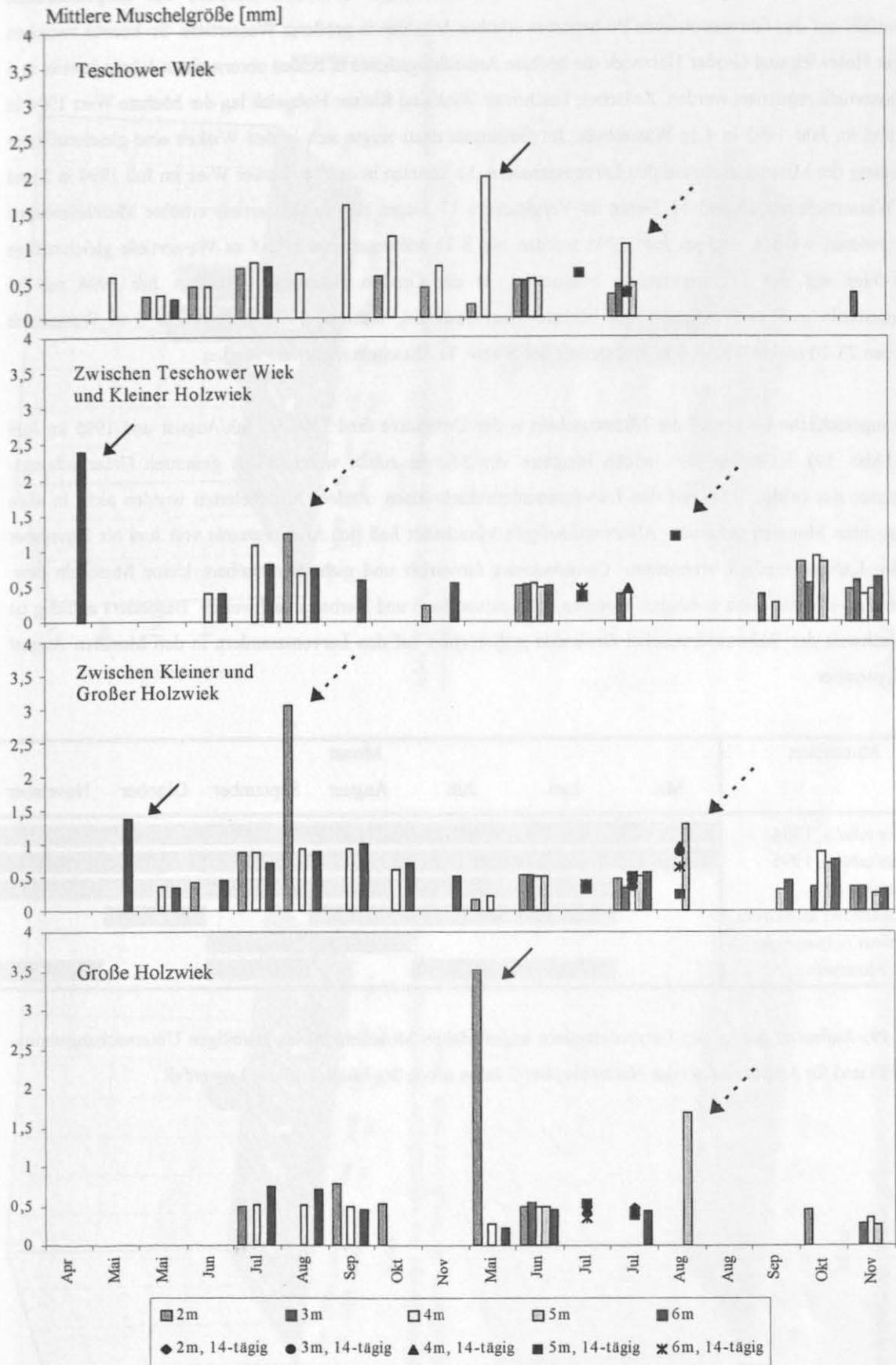
### 3.5 Verteilung von Jungmuscheln

Auf 111 der insgesamt 258 wiederaufgefundenen Larvensammler wurden keine Miesmuscheln nachgewiesen. Der Höchstwert pro Sammler betrug 242 Muscheln, die häufigste Anzahl von Miesmuscheln lag im Bereich zwischen 0 und 10 Tieren. Die genaue Anzahl und Größe der auf den Larvensammlern angesiedelten Miesmuscheln und den 1995 zusätzlich untersuchten anderen Muschelarten ist im Anhang in den Tab. 12-22 aufgeführt.

Die Größe der auf den Larvensammlern nachgewiesenen Jungmuscheln ist in der Abb. 18 dargestellt. Deutlich sind zwei Größenklassen zu erkennen. Neben der zu erwartenden Schalenlänge zwischen 0,3-1 mm für Erstansiedler zeigen sich im Frühjahr (durchgezogene Pfeile, Abb. 18) und Spätsommer (gestrichelte Pfeile, Abb. 18) auch deutlich größere Miesmuscheln auf den Larvensammlern. Anfang und Mitte Mai 1994 konnten dabei einzelne über 1 mm große Muscheln auf den 14-tägig beprobten Larvensammlern registriert werden. Erst in den Proben Ende Mai fanden sich kleinere Tiere auf den Larvensammlern. Auch im Spätsommer ließen sich deutlich größere mittlere Schalenlängen von einzelnen Muscheln beobachten.

In den Abb. 19-30 sind für jeden Probenort in Abhängigkeit vom Probenzeitpunkt die Anzahl der angesiedelten Muscheln dargestellt. Die größten Mengen von *Mytilus edulis* wurden jeweils in den Sommermonaten beobachtet. Dabei lagen die höchsten Werte 1994 im Juli und August und im Jahr 1995 im Juni. In den übrigen Monaten lag die Zahl der an den Larvensammlern angesiedelten Miesmuscheln deutlich niedriger.

Die höchste Zahl mit 242 Miesmuscheln auf einem Larvensammler wurde auf der fährwassernahen Station 9 zwischen der Kleinen Holzwiek und der Großen Holzwiek im Juli 1994 bestimmt. Im Juni 1995 wurde mit 134 Miesmuscheln ebenfalls auf dieser Station die höchste Jungmuschelanzahl nachgewiesen. Im Vergleich zu den übrigen Probenorten lagen auch die Muschelanzahlen des zweiten fährwassernahen Probenortes zwischen der Teschower Wiek und der Kleinen Holzwiek mit maximal 110 im Juli 1994 in den Sommermonaten deutlich über den Werten für die Wickenstationen. In den Wicken liegen die Mengen der angesiedelten Muscheln mit maximal 51 im Juli 1994 in der Teschower Wiek und 26 im Juni 1995 in der Großen Holzwiek niedriger. Generell weisen die fährwassernahen Stationen höhere Muschelmengen auf, als die in gleicher Wassertiefe beprobten Wickenstationen. Einzig während der 14-tägigen Probennahmen im Juli und August 1995 zeigten sich die höchsten Werte aller untersuchten Probenorte in der Großen Holzwiek in 5 m Wassertiefe.



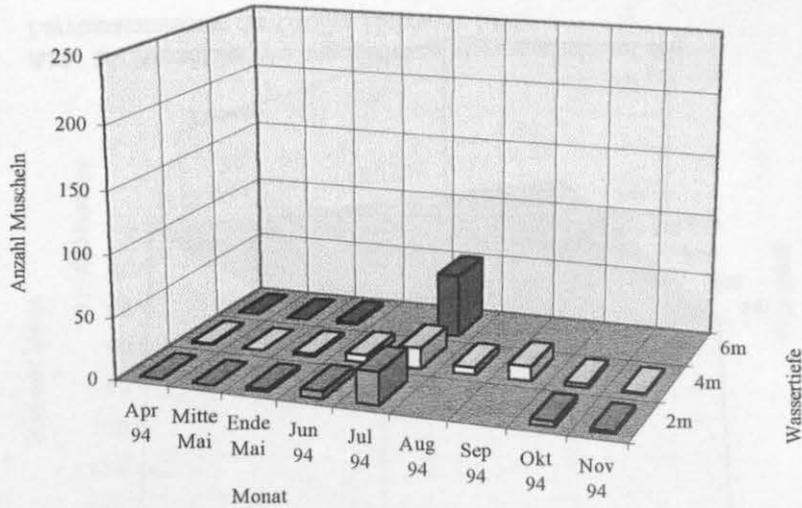
**Abb. 18:** Mittlere Größe der auf den Larvensammlern nachgewiesenen Miesmuscheln im Untersuchungszeitraum 1995-96. Die Pfeile markieren große Schalenlängen im Frühjahr (—) und Spätsommer (·····).

Die vertikale Verteilung der angesiedelten Miesmuscheln zeigte besonders während des hauptsächlichsten Larvenfalls auf den fahrwassernahen Probenorten erhöhte Anzahlen in größerer Wassertiefe. So konnte zwischen Kleiner Holzwiek und Großer Holzwiek die höchste Ansiedlungsdichte in beiden untersuchten Jahren jeweils in 4 m Wassertiefe registriert werden. Zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek lag der höchste Wert 1994 in 6 m und im Jahr 1995 in 4 m Wassertiefe. Im Gegensatz dazu zeigte sich in den Wieken eine gleichmäßigere Verteilung der Miesmuscheln auf den Larvensammlern. So konnten in der Teschower Wiek im Juli 1994 in 2 und 6 m Wassertiefe mit 26 und 51 Tieren im Vergleich zu 17 Tieren in 4 m Wassertiefe erhöhte Muschelmengen nachgewiesen werden, und im Juni 1995 wurden mit 8-13 Miesmuscheln in 2-5 m Wassertiefe gleichmäßige Tierdichten auf den Larvensammlern beobachtet. In der Großen Holzwiek wurde im Juli 1994 mit 25 Miesmuscheln in 4 m Wassertiefe der höchste Wert bestimmt, während 1995 in 2, 3 und 5 m Wassertiefe zwischen 23-26 und in 4 bzw. 6 m Wassertiefe nur 5 bzw. 11 Muscheln registriert wurden.

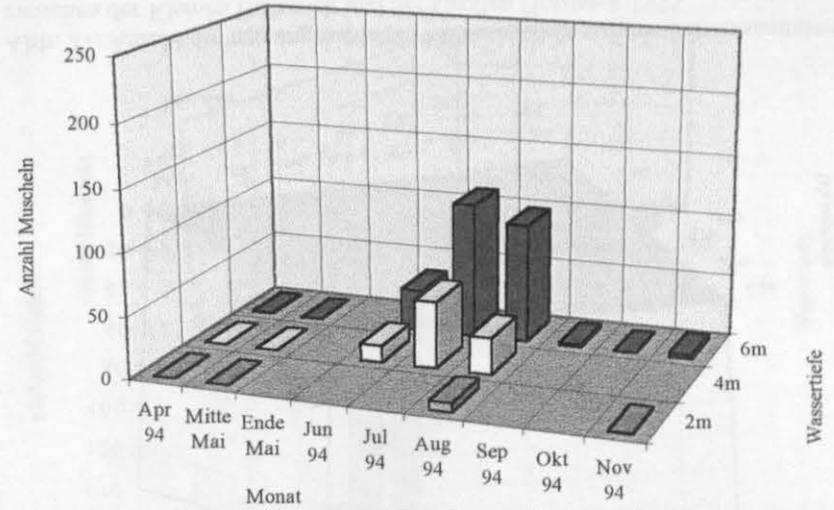
Der hauptsächlichste Larvenfall der Miesmuscheln in der Untertrave fand 1994 im Juli/August und 1995 im Juni statt (Abb. 19). Es ließen sich jedoch Jungtiere von *Mytilus edulis* während des gesamten Untersuchungszeitraumes der beiden Jahre auf den Larvensammlern nachweisen. Andere Muschelarten wurden nicht in allen untersuchten Monaten gefunden. Als zweithäufigste Muschelart ließ sich *Mya arenaria* von Juni bis November auf den Larvensammlern beobachten. *Cerastoderma larmarcki* und nicht bestimmbare kleine Muscheln bzw. Muschellarven ließen sich in einigen Monaten des Spätsommers und Herbstes nachweisen. Besonders auffällig ist der Nachweis der Süßwassermuschel *Dreissena polymorpha* auf den Larvensammlern in den Monaten August und September.

Muschelart	Monat						
	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November
<i>Mytilus edulis</i> , 1994	h. Larvenfall						
<i>Mytilus edulis</i> , 1995	h. Larvenfall						
<i>Mya arenaria</i>		■					
<i>Cerastoderma larmarcki</i>		■				■	
<i>Dreissena polymorpha</i>			■		■		
kleine Muscheln		■			■		■

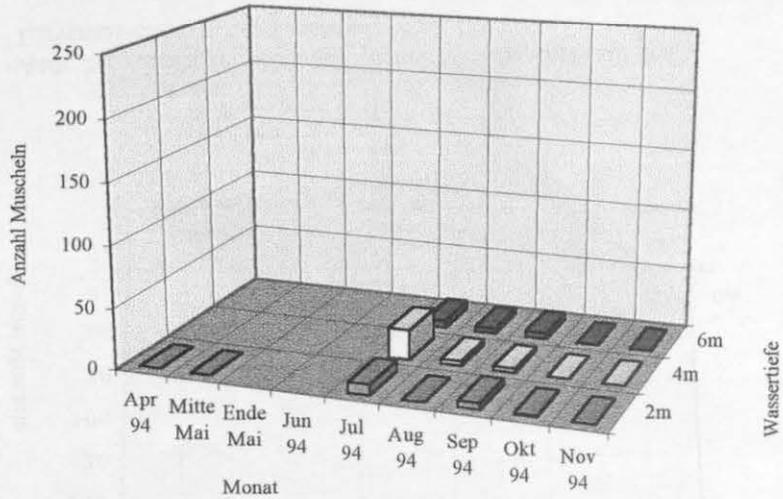
Abb. 19: Auftreten der an den Larvensammlern angesiedelten Muscheln in den jeweiligen Untersuchungsmonaten 1995 und für *Mytilus edulis* der Nachweis über 2 Jahre sowie der hauptsächlichsten Larvenfall.



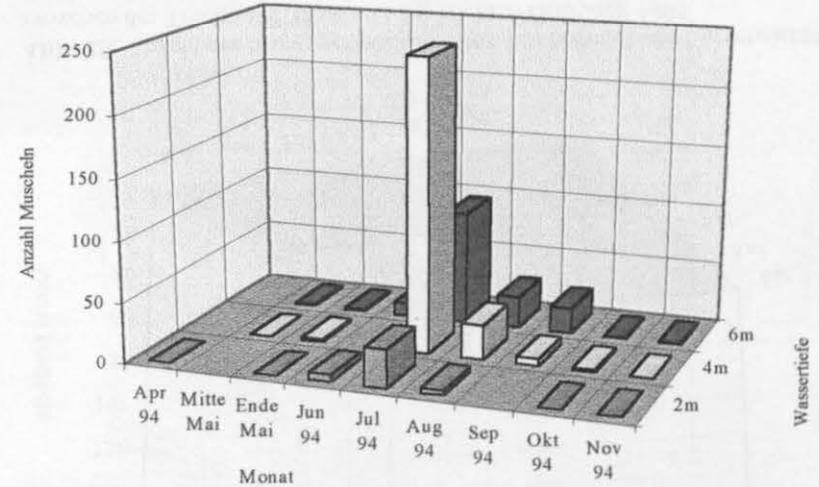
**Abb. 20:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern in der Teschower Wiek 1994.



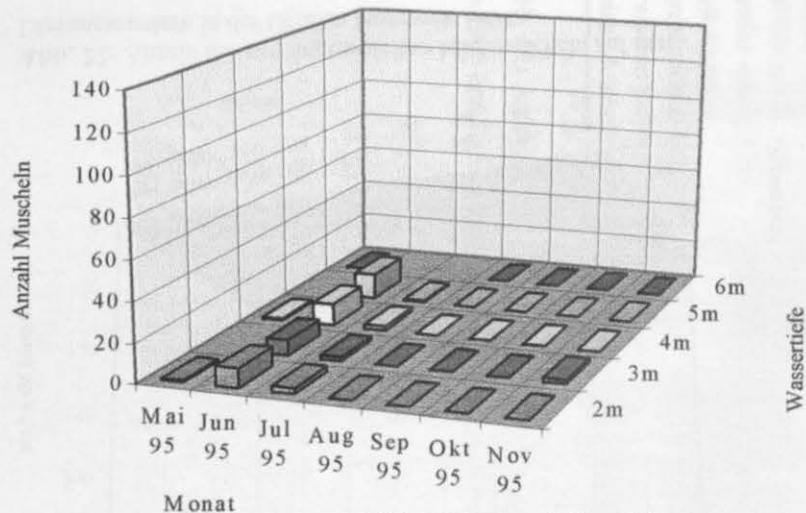
**Abb. 21:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern zwischen der Teschower Wiek und der Kleinen Holzwiek 1994.



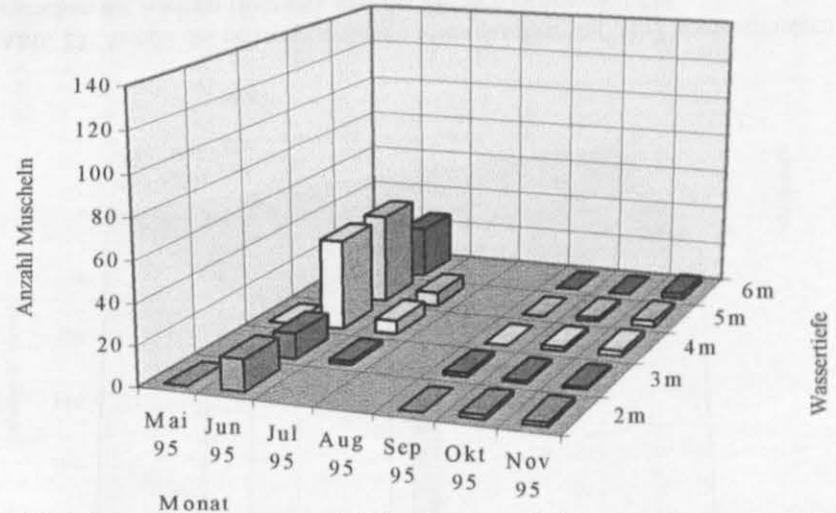
**Abb. 22:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern in der Großen Holzwiek 1994.



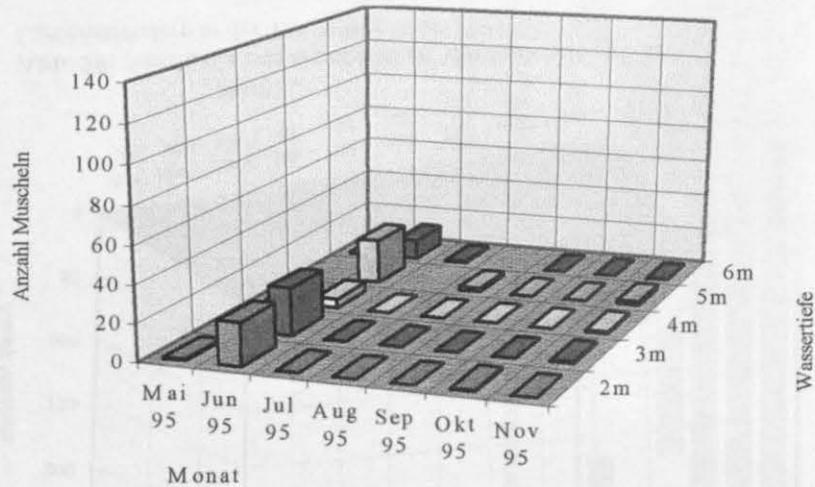
**Abb. 23:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern zwischen der Kleinen Holzwiek und der Großen Holzwiek 1994.



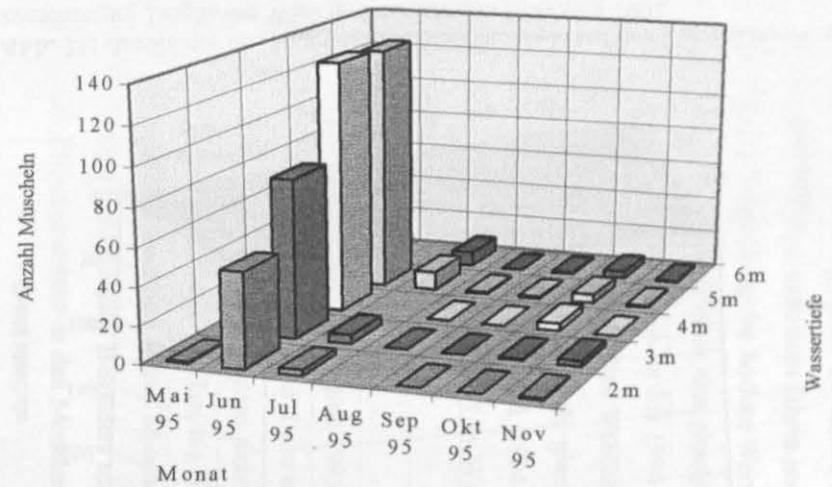
**Abb. 24:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern in der Teschower Wiek 1995.



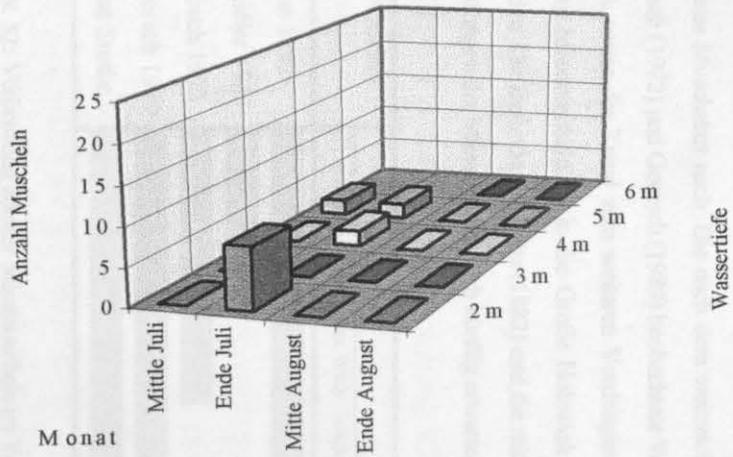
**Abb. 25:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern zwischen der Teschower Wiek und der Kleinen Holzwick 1995.



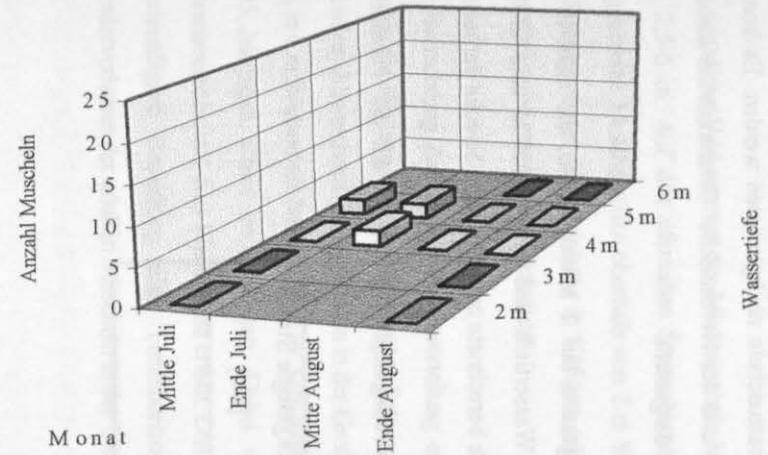
**Abb. 26:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern in der Großen Holzwick 1995.



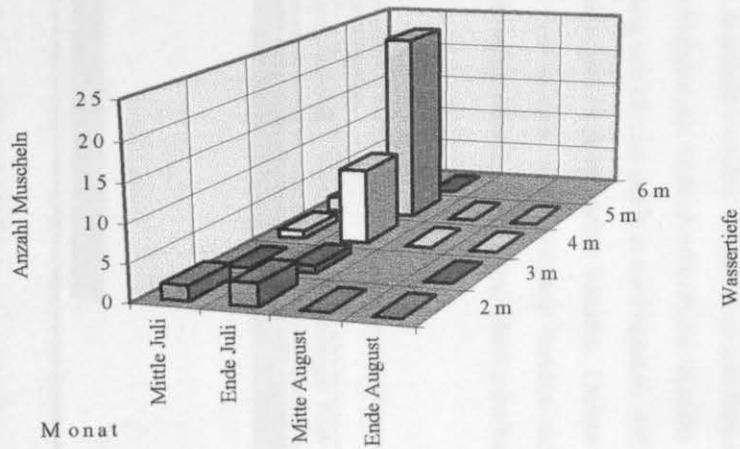
**Abb. 27:** Anzahl der neu angesiedelten Miesmuscheln auf den Larvensammlern zwischen der Kleinen Holzwick und der Großen Holzwick 1995.



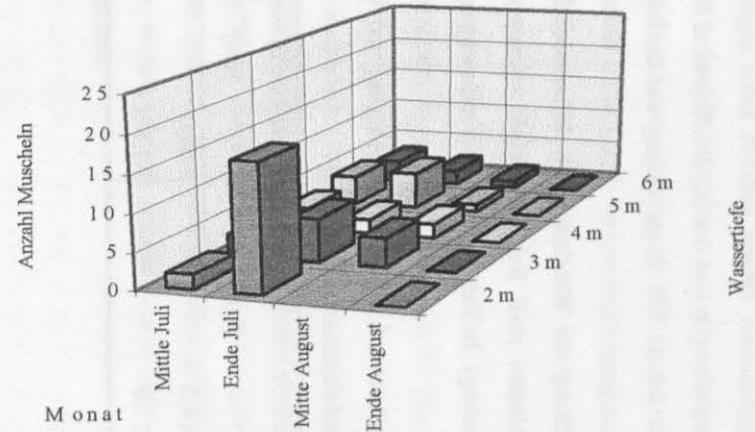
**Abb. 28:** Anzahl der angesiedelten Miesmuscheln auf den zusätzlich 14-tägig ausgebrachten Larvensammlern in der Teschower Wiek 1995.



**Abb. 29:** Anzahl der angesiedelten Miesmuscheln auf den zusätzlich 14-tägig ausgebrachten Larvensammlern zwischen der Teschower Wiek und der Kleinen Holzwiek 1995.



**Abb. 30:** Anzahl der angesiedelten Miesmuscheln auf den zusätzlich 14-tägig ausgebrachten Larvensammlern in der Großen Holzwiek 1995.



**Abb. 31:** Anzahl der angesiedelten Miesmuscheln auf den zusätzlich 14-tägig ausgebrachten Larvensammlern zwischen der Kleinen Holzwiek und der Großen Holzwiek 1995.

### 3.6 Feldexperimente zum Wanderverhalten von Jungmuscheln

Auf den ausgebrachten Ziegeln konnten keine angesiedelten Miesmuscheln nachgewiesen werden. Es konnten jedoch Erstansiedlungen von der Sandklaffmuschel *Mya arenaria* und der Herzmuschel *Cerastoderma lamarcki* beobachtet werden. In Tab. 23 im Anhang sind die Einzelergebnisse dargestellt.

Die Untersuchung zur Wanderung der Miesmuscheln ergab insgesamt nur 2 Miesmuscheln, die nicht in den Bechern verblieben sind. Beide Muscheln stammten aus 6 m Wassertiefe und hatten sich in eine größere Wassertiefe bewegt. In Tab. 8 sind die Einzelbewegungen sowie die berechnete zurückgelegte Strecke dargestellt.

**Tab. 8:** Vertikale und horizontale Bewegung und berechnete zurückgelegte Strecke der auf der Plastikbahn ausgebrachten Miesmuscheln 1995.

Wassertiefe	Horizontale Bewegung [cm]	Vertikale Bewegung [cm]	zurückgelegte Strecke [cm]
6 m	14,2	-63,0	64,6
6 m	17,8	-1,5	17,8

#### 4 Diskussion

Das natürliche Vorkommen der Miesmuscheln beschränkt sich in der Untertrave überwiegend auf den Tiefenbereich von 2,5-6 m. Auf den ufernahen Steinschüttungen konnten keine Individuen beobachtet werden. Experimentell ausgebrachte Muschelbänke oberhalb von 2 m Wassertiefe wurden meist durch mechanische Umlagerungen zerstört. Im Rahmen dieser Untersuchung in Käfigen gehaltene Muscheln erwiesen sich jedoch auch in diesen Bereichen als lebensfähig und zeigten ein Wachstum.

Die Betrachtung der Muschellarvenverteilung ergab für 2 Stationen die größten Tierdichten im Juni 1995. Dabei wurden die Höchstwerte für die beprobte Fahrwasserstation in 6 m Tiefe, die der Teschower Wiek in 0 m Wassertiefe gefunden. Abweichend davon wurden in der Großen Holzwiek die höchsten Abundanzen bereits einen Monat früher im Mai in 6 m Wassertiefe beobachtet. Der Schwerpunkt des Larvenfalls von *Mytilus edulis* fand 1994 im Juli und August, 1995 hingegen schon im Juni statt. Dabei wurden die größten Jungmuschelmengen auf Larvensammlern in Fahrwassernähe in 4-6 m Wassertiefe erfaßt. Die Wicken wiesen deutlich geringere Ansammlungen und eine insgesamt gleichmäßigere Besiedlung aller Tiefenhorizonte auf. Im experimentellen Ansatz wurde kein ausgeprägtes Wanderverhalten der adulten Muscheln in der Untertrave verzeichnet.

##### 4.1 Vorkommen der adulten Miesmuscheln

Über das Vorkommen adulter Miesmuscheln im Untersuchungsgebiet liegen Daten aus den letzten 115 Jahren vor. In Abb. 32 sind die Einzelnachweise der Autoren als Übersicht dargestellt. Lenz (1882) registrierte von allen die größte Ausbreitung der Miesmuschel in der Trave. Auf dem gesamten Abschnitt zwischen Priwall-Enge und Herrenwiek wies er diese Muschelart nach. Die nach dem weitreichenden Verschwinden der Makrobenthonfauna (Kändler 1953) von Grosch (1972) und Goersch (1989) beobachtete Wiederbesiedlung von *Mytilus edulis* in der Pötenitzer und Teschower Wiek sowie der Trend zum weiteren Vordringen stromaufwärts wird in dieser Arbeit bestätigt. Derzeit lassen sich adulte Miesmuscheln bis in die Große Holzwiek nachweisen. Vorkommen weiter stromauf konnten nicht ermittelt werden. Die Befunde von Lenz (1882) und die mit dieser Arbeit nachgewiesene Ausbreitung lassen jedoch ein weiteres Vordringen der Miesmuschel auch künftig erwarten.

Quelle	Vorkommen							
	Priwall-Enge	Pötenitzer Wiek	Teschower Wiek	Kleine Holzwiek	Große Holzwiek	Schlutuper Wiek	Herrenwiek	
Lenz 1882	■	■	■	■	■	■	■	■
Kändler 1953	■	■						
Grosch 1972		■	■	■				
Goersch 1989		■	■	■	■			
diese Studie			■	■	■	■	■	

Abb. 32: Verbreitung adulter Miesmuscheln im Traveästuar zwischen 1882 und 1997 anhand verschiedener Autoren.

Insgesamt hat der Bau moderner Klaranlagen in der 2. Hälfte dieses Jahrhunderts die Wasserqualität in der Untertrave nachhaltig verbessert (Abb. 5) und die erneute Ausbreitung der Miesmuschel im Ästuar ermöglicht. Das früher bekannte „Aufbrechen des Travegrundes“, ein Aufsteigen von Faulnisgasen aus dem Sediment, ist von den Fischern in den letzten 10 Jahren nicht mehr beobachtet worden (Bade pers. Mitt.). Die von Grosch (1972) postulierte Ausbreitung marin euryhaliner Organismen aufgrund der verbesserten Wasserqualität findet offensichtlich derzeit statt. Der 1982 abgeschlossene Ausbau der Untertrave auf 9,5 m Wassertiefe wird das Vordringen der Muscheln im Ästuar zusätzlich begünstigt haben. Der auf diese Weise vergrößerte Wasserkörper puffert die Konzentrationsschwankungen anthropogener Einleitungen besser ab und verringert den schädlichen Einfluß kommunaler Abwässer auf die Entwicklung der Miesmuscheln.

Das Vorkommen und die Ausbreitungsmuster der Miesmuschel im Traveästuar lassen sich zum Teil mit den vorherrschenden Umwelteinflüssen erklären. Auch die vertikale Zonierung des Travegrundes wird überwiegend durch abiotische Faktoren beeinflusst.

Der überwiegend sandige, ufernahe Bereich ist bis in 0,5 m Tiefe erheblich von Wellenschlag bzw. von schiffahrtsbedingtem Sog und Schwell betroffen (Abb. 13). Die dadurch hervorgerufenen Umlagerungsprozesse verhindern in dieser Zone die Ansiedlung einer stabilen Makrofauna. Sowohl der durch die Seiches der Ostsee verursachte, unregelmäßige Trockenfall, als auch die in diesem oberflächennahen Lebensraum von der Abflußmenge der Trave abhängige und damit schwankende Salinität lassen ohnehin nur wenige Tierarten nach einer erfolgten Ansiedlung überleben. Schließlich wirkt sich Eisgang in diesem Bereich in Jahren mit einem kalten Winter zerstörerisch aus.

Die Ausbildung der zweiten Zone im Bereich von 0,5 bis 2,5 m Wassertiefe mit ihren *Ruppia*-Beständen ist nach unten für Pflanzen durch das abnehmende Lichtangebot begrenzt. Zusätzlich erschwert der mit der Tiefe steigende Schlickanteil im Sediment die Ansiedlung der Sandklaffmuschel *Mya arenaria*. Ihr bevorzugtes Siedlungssubstrat sind Mischsedimente (Günther 1992).

Die überwiegend erst in der dritten Zone beginnende Miesmuschelbesiedlung erscheint im Vergleich zu anderen Siedlungshabitaten ungewöhnlich. Besonders auffällig in der Untertrave ist das generelle Ausbleiben von Muschelbänken und Muschelclustern in Wassertiefen oberhalb von 1,6 m. Die mittlere Tiefe für Muschelbänke liegt bei 2,4-3,4 m. Dieses registrierte Verteilungsmuster deckt sich mit den Beobachtungen von Lenz (1882), Grosch (1972) und Goersch (1989), die im Untersuchungsgebiet ebenfalls erst in diesen Wassertiefen adulte Miesmuscheln fanden. Auch in der Schwentine, die bei Kiel in die Ostsee mündet, konnte Schütz (1964) auf den landeinwärts gelegenen Stationen erst unterhalb von 2 m Wassertiefe Miesmuscheln nachweisen.

Die Untersuchung der Steinschüttung zwischen der Teschower Wiek und der Kleinen Holzwiek bestätigt das Ausbleiben der Miesmuscheln in oberflächennahen Bereichen der Untertrave. Dieses Ergebnis stimmt mit den Beobachtungen von Goersch (1989) überein, der auf den sekundären Hartsubstraten in den Uferbereichen ebenfalls keine Miesmuscheln nachweisen konnte. Dabei bilden im allgemeinen die Hartsubstrate in der Ostsee sowie die steinigten Uferbefestigungen in Flußmündungen bevorzugte Siedlungssubstrate für die Miesmuschel. Auf

Steinschüttungen im Mündungsbereich der Elbe konnte Seilert (1992) 1.024 *Mytilus edulis* pro m<sup>2</sup> nachweisen. Es waren daher auch auf den Uferbefestigungen der Untertrave Miesmuscheln erwartet worden.

Das Ausbleiben läßt sich nicht mit dem Salzgehalt erklären, der sowohl in der Schwentine als auch in der Trave in den oberflächennahen Wasserschichten Miesmuscheln ein Überleben erlaubt. Denkbar wäre, daß die hydrologische Situation in dem zweifach geschichteten Wasserkörper eine Muschelansiedlung im Bereich des oberflächennahen Traveausstromes verhindert. Es ist zu erwarten, daß die Wiederbesiedlung des Ästuars mit Miesmuscheln überwiegend durch den bodennahen Einstrom von Ostseewasser erfolgt (Grosch 1972). Da dieser während der Zeit des hauptsächlich Larvenfalls in den Sommermonaten jedoch lediglich bis in 5 m Wassertiefe vordringt und durch eine stabile Sprungschicht von dem darüber abfließenden Travewasser getrennt ist, in dessen Einflußbereich gleichwohl das Hauptvorkommen der Miesmuschelbänke liegt, kann die vorherrschende Ausbildung dieser Bänke in der dritten Zone nicht nur von der Gewässerhydrologie gesteuert sein. Es liegt die Vermutung nahe, daß auch biologische Faktoren, wie das Larvenverhalten, die Substratspezifität bei der Ansiedlung oder das Wanderverhalten der Jungmuscheln für die beobachtete Zonierung eine große Rolle spielen. Im Zusammenhang mit den Ergebnissen der anderen Untersuchungsthematiken wird auf diese Frage nochmals eingegangen.

Die vierte Zone unterhalb von 6 m Wassertiefe wird von Schlickflächen dominiert. Diese Ablagerungen sind größtenteils auf die in Form von Detritus akkumulierten Einleitungen kommunaler Abwässer zurückzuführen. Sinken Schwebstoffe durch die Sprungschicht hindurch in den bodennahen, langsamer oder sogar entgegengesetzt strömenden Wasserkörper, werden sie in Abhängigkeit von der Partikelgröße entweder sedimentieren oder flußaufwärts transportiert (Postma 1980).

Für das weitgehende Fehlen der Miesmuscheln in Bereichen unterhalb der Sprungschicht könnte der Mangel an geeignetem Siedlungssubstrat oder die schlechten Lichtverhältnisse verantwortlich sein. Kurzfristige Sauerstoffdefizite, wie sie vor drei Jahrzehnten in der Trave über längere Zeiträume zu verzeichnen waren, könnten besonders Jungmuscheln nach einer erfolgreichen Ansiedlung schädigen. Wie im Falle des Ausbleibens der Miesmuscheln im Flachwasser beeinflußt jedoch möglicherweise auch das Larvenverhalten sowie das Wanderverhalten adulter Muscheln die Verteilung und wird später Gegenstand weiterer Betrachtungen sein.

Neben der vertikalen Zonierung zeigten sich auch Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Miesmuscheln. So ließen sich sowohl Muschelbänke als auch Muschelcluster hauptsächlich entlang der Fahrwasserrinne registrieren. Der von Grosch (1972) postulierte Larventransport im Bodenwasserkörper entlang der Fahrwasserrinne wird durch diese Beobachtung unterstützt. Im Gegensatz zu den fahrwassernahen Transekten wurden auf den meisten Transekten in den Wicken keine größeren Miesmuschelbestände gefunden, obwohl auch hier der Einfluß des bodennahen Ostseewasserkörpers anhand der Ausbildung einer Sprungschicht bei den Tauchgängen klar zu erkennen war.

Der Vergleich zwischen befischten und unbefischten Transekten ergab keinen generellen Unterschied in der Besiedlung mit *Mytilus edulis*. Auch in befischten Bereichen konnten Miesmuschelbanke beobachtet werden. Einige der Banke lagen direkt auf regelmäßig befischten Wadenzügen. Offensichtlich reichen die durch das Ziehen der Waden auf das Sediment und die Muscheln wirkenden mechanischen Kräfte nicht aus, sie zu zerstören.

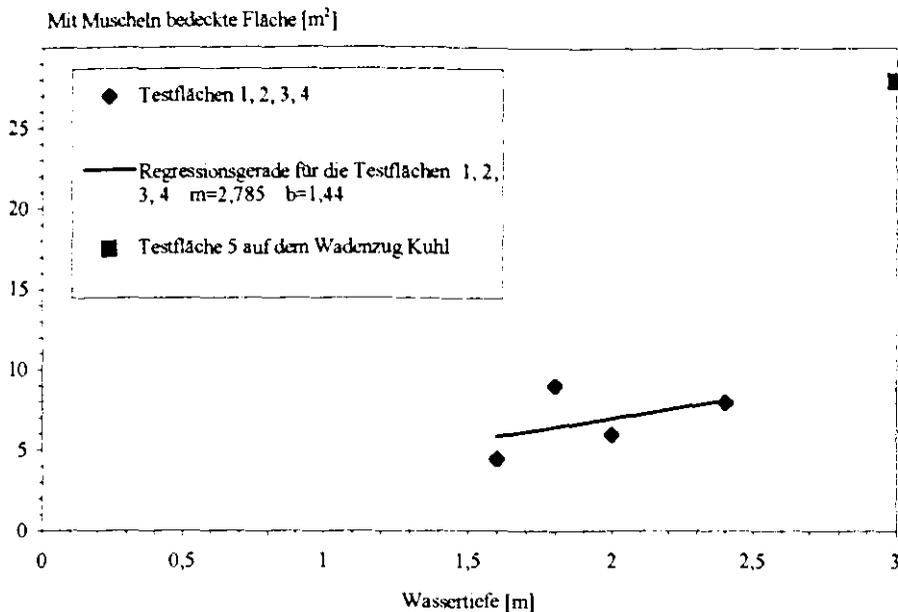
Bei der Betrachtung der Verteilung der Muschelstrukturen auf den einzelnen Transekten fiel eine Präferenz für geschütztere Bereiche unterhalb von steil abfallenden Kanten oder in Senken auf (Transekte 3, 4, 9, 11, 13, 19, 21, 23). Es bleibt zu klären, ob die Muscheln durch mechanische Einflüsse an diese Stellen gelangen oder ob erst die geschützte Lage die Ausbildung von Muschelbanken erlaubt.

#### 4.2 Experimentell angelegte Miesmuschelbänke

Die Ausbringung der Miesmuscheln auf den Testflächen liefert Bewertungskriterien für die Siedlungsbedingungen im Bereich oberhalb natürlich vorkommender Miesmuschelbestände im Traveästuar. Dabei ergab sich, daß Miesmuscheln in der Untertrave auch in Bereichen mit weniger als 2 m Wassertiefe überleben können (Testflächen 1, 2, 3). Alle auf den Testflächen ausgebrachten Miesmuscheln zeigten während des Untersuchungszeitraumes anhand ihres Anheftungsverhaltens und ihrer Filtrieraktivität das zu erwartende natürliche Verhalten. Der geringere Salzgehalt mit Werten bis hinab zu 6 ‰ in dem oberflächennahen Wasserkörper hatte dabei offensichtlich keinen schädigenden Einfluß auf die Muscheln. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam Kautsky (1982a), der bei vergleichbaren Salinitäten von 6,5-7 ‰ das Wachstum und die Größenverteilung einer Miesmuschelpopulation in der Ostsee, 70 km südlich von Stockholm, beschrieb. Die experimentell in geringer Wassertiefe angelegten Muschelbänke (Testfläche 3 in 1,9 m, Testfläche 4 in 1,6 m Tiefe) demonstrierten, daß ein Überleben von *Mytilus edulis* in der Trave oberhalb von 2 m Wassertiefe nicht vom Salzgehalt determiniert ist.

Die Testflächen 1 und 2 blieben den gesamten Versuchszeitraum über als kompakte Muschelbänke erhalten. Das Erscheinungsbild der anderen, künstlich angelegten Muschelbänke wandelte sich unterschiedlich rasch. Die Veränderungen auf den Testflächen bestanden zunächst aus kleineren Lücken und reichten bis hin zu massiven Umlagerungen der Muscheln. Testfläche 5 war dabei besonderen Einflüssen unterworfen. Bereits am ersten Tag nach der Ausbringung ließ sich die großflächige Verteilung der Muscheln nicht allein mit dem aufgrund der etwas größeren Wassertiefe zu erwartenden, breiteren Streukreis erklären. Dies wird durch die in Abb. 33 dargestellte Abhängigkeit zwischen Wassertiefe und Muschelbedeckung auf den Testflächen deutlich. Die mit Muscheln bedeckte Fläche auf der Testfläche 5 war etwa dreimal so groß, wie sie aufgrund einer Regression aus den Streukreisen der anderen 4 Testflächen zu erwarten gewesen wäre. Diese Beobachtung kann auf einen nur hier wirkenden Einflußparameter zurückgeführt werden. Da diese Testfläche als einzige im Bereich von befischten Wadenzügen lag und die Fischer in der Nacht vom 29. auf den 30.07.1996, also in der Nacht nach der Ausbringung der Muscheln, gefischt haben (Bade pers. Mitt.), lassen sich die beobachteten Umlagerungen mit dem Einfluß der Wadenfischerei erklären. Wahrscheinlich

ist sie auch ursächlich für das vollständige Verschwinden dieser ausgebrachten Muschelbank bis zum Folge Monat gewesen.



**Abb. 33:** Streuung bei der Ausbringung der Muscheln auf den Testflächen in der Untertrave in Abhängigkeit von der Wassertiefe sowie die Regressionsgerade für die Bedeckung der Testflächen 1, 2, 3 und 4.

Die im Versuchsverlauf auf den Testflächen 3 und 4 zu beobachtenden Umlagerungen können hingegen nicht mit dem Einfluß der Fischerei erklärt werden, da beide außerhalb befischter Wadenzüge lagen. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede im zeitlichen Auftreten der Veränderungen zwischen der fahrwassernahen Muschelbank 3 und 4 in der Teschower Wiek. Während die dritte Testfläche schon bei der Beprobung im August Lücken aufwies und bis zum November vollständig verschwand, widerstand die vierte Muschelbank den Einflüssen länger und war bei Abschluß der Tauchbeobachtungen nur noch in Form von Muschelclustern nachweisbar. Das Ergebnis deutet darauf hin, daß der Abstand der Testflächen zum Fahrwasser ein ausschlaggebender Faktor gewesen ist. Wo Miesmuscheln stärkeren mechanischen Einflüssen - wie z. B. einer kräftigen Strömung - ausgesetzt sind, heften sie sich zwar fester an das Substrat als an geschützteren Standorten (Seed & Suchanek 1992). Allerdings treten in der insgesamt langsam fließenden Untertrave mit dem schiffsinduzierten Wellenschlag außergewöhnliche Belastungsspitzen auf, die die zunächst kompakten Muschelbänke zerstört haben könnten. Als wahrscheinliche Ursache für die beobachteten Umlagerungen auf den Testflächen 3 und 4 wird daher die Schifffahrt angesehen.

Neben den beiden anthropogen verursachten Veränderungen der Testflächen ist jedoch noch ein weiterer Grund denkbar. Auffällig war, daß die Umlagerungen auf der Testfläche 4 im geschützten Bereich der Teschower Wiek erst im Herbst einsetzten. Offensichtlich haben die in dieser Jahreszeit zu beobachtenden Seiches als Folge lang andauernder Westwindlagen mit den damit verbundenen niedrigen Wasserständen in der Untertrave die Umlagerungen durch Wellenschlag begünstigt. Dies beeinflusste naturgemäß die in geringer Tiefe (1,6 m) liegende Muschelbank 4 besonders.

Die Möglichkeiten zur Ausbildung von Miesmuschelbänken in flachen Bereichen der Untertrave auf dem sandigen Grund werden offensichtlich durch mechanische Einflüsse erheblich eingeschränkt. Zusätzlich erschwert der Mangel an Hartsubstrat und damit das Fehlen geeigneter Besiedlungsflächen für die Miesmuscheln die dauerhafte Etablierung dieser Art in diesem Bereich. Das Zusammenwirken dieser Faktoren dürfte für das vollständige Fehlen von Miesmuschelbänken und -clustern oberhalb von 1,6 m verantwortlich sein.

#### **4.3 Wachstum und Sterblichkeit *in situ* exponierter Muscheln (Käfighaltung)**

Die Positionen der Käfige mit den Muscheln zur Wachstumsuntersuchung waren so gewählt worden, daß sie entweder in Bereichen ohne größere natürliche Muschelvorkommen oder deutlich oberhalb solcher (landseitig) lagen. Da die Muscheln in allen Käfigen ein Wachstum zeigten, kann an diesen Standorten eine Limitierung des natürlichen Muschelvorkommens aufgrund zu geringer Salinitäten im oberflächennahen Wasserkörper ausgeschlossen werden.

Der Verlauf der Wachstumskurven zeigt deutliche saisonale Unterschiede. Die größeren Wachstumsraten in den Sommermonaten lassen sich mit den höheren Wassertemperaturen erklären, die sich zweifach auswirken. Almada-Villela *et al.* (1982) fanden in Laboruntersuchungen an *Mytilus edulis* einen logarithmischen Anstieg des Schalenwachstums bei steigenden Temperatur bis 20 °C. Zusätzlich zur höheren Syntheseleistung der Muschel ist das Nahrungsangebot durch die einsetzenden Phytoplanktonblüten bei wärmerem Wasser deutlich größer.

Das Schalenwachstum der Käfigmuscheln von etwa 1 cm im Jahr 1994 und 0,5 cm im Jahr 1995 ist nicht zu vergleichen mit Wachstumsraten aus der Nordsee oder aus anderen vollmarinen Untersuchungsgebieten, liegt aber deutlich über den aus der Literatur bekannten Daten für vergleichbare Salinitäten (Tab. 9). So beobachtete Kautsky (1982a) in der Ostsee ein Wachstum von nur 2,2-3,1 mm pro Jahr und führte dies auf den geringen Salzgehalt zurück. Bohle (1972), der den Einfluß der Salinität auf das Wachstum von *Mytilus edulis* untersucht hat, folgert aus seinen Ergebnissen, daß schwankende Salzgehalte die Größenentwicklung aufgrund der Adaptationsprozesse verlangsamen. Beide Thesen würden für den oberflächennahen Wasserkörper der Untertrave, der sowohl von einem niedrigen als auch häufig schwankenden Salzgehalt gekennzeichnet ist, ein insgesamt schlechtes Wachstum der Schalen erwarten lassen. Die Einordnung der vorliegenden Daten zeigt dieses jedoch nicht.

Tab. 9: Übersicht über Wachstumsuntersuchungen bei unterschiedlichen Salinitäten an jungen Miesmuscheln nach verschiedenen Autoren.

Salzgehalt	Wachstumsrate [mm]	Wachstumsperiode	Herkunft / Hälterungsmethode	Ort, Land	Wachstum limitierender Faktor	Autor Jahr
6,5-7 ‰	3,1-2,2 mm	1 Jahr	natürliche Muschelbänke	70 km südlich Stockholm, Schweden	Salinität	Kautsky 1982a
6-7 ‰	5-10 mm	1 Jahr	Käfighaltung	Untertrave	Nahrungsangebot	vorliegende Studie
12 ‰	14-16 mm	9 Monate	natürliche Muschelbänke	Schwentine-mündung, Deutschland	Salinität	Schütz 1964
14-16 ‰	50 mm	3-4 Jahre	natürliche Muschelbänke	Flensburger Förde, Deutschland	Nahrungsangebot	Meixner 1971
14-16 ‰	50 mm	1 Jahr	Floßkultur	Flensburger Förde, Deutschland	Nahrungsangebot	Meixner 1971
18 ‰	0 mm	7 Wochen	3 Monate alte Kulturen, Labor	Bergen, Norwegen	Salinität	Bohle 1972
26 ‰	1 mm	7 Wochen	3 Monate alte Kulturen, Labor	Bergen, Norwegen	Salinität	Bohle 1972
34 ‰	3 mm	7 Wochen	3 Monate alte Kulturen, Labor	Bergen, Norwegen	Salinität	Bohle 1972
20 ‰	-0,4 mm	14 Tage	Netzkäfighaltung	Limfjorden, Dänemark	Sauerstoffmangel	Riisgard & Poulsen 1981
29 ‰	2,8 mm	15 Tage	Netzkäfighaltung	Limfjorden, Dänemark	Sauerstoffmangel	Riisgard & Poulsen 1981
3,0-24,0 ‰	30 mm	4 Jahre	natürliche Muschelbänke	Resurrection Bay, Alaska, USA	Nahrungsangebot	Paul <i>et al.</i> 1978
keine Angabe	50-75 mm	16-18 Monate	Netzkäfigkultur	Oslofjord, Norwegen	Nahrungsangebot	Bohle 1970
32,3 ‰	30,2 mm	90 Tage	Floßkultur, in künstlichem Auftriebsgebiet	Oslofjord, Norwegen	Nahrungsangebot	Bohle 1970
14-32 ‰	20 mm	9 Monate	Floßkultur	Damariscotta River, Maine, USA	Nahrungsangebot	Incze <i>et al.</i> 1980
31,4-33,5 ‰	34,5-37,5 mm	1 Jahr	natürliche Muschelbänke	Morecambe Bay, England	keine Angabe	Dare 1976
keine Angabe	50 mm	6-8 Monate	Käfighaltung	Santa Barbara Channel, Californien	Nahrungsangebot	Page & Hubbard 1987
marin	40-50 mm	6 Jahre	natürliche Muschelbänke	Killary Harbour, Irland	Nahrungsangebot	Rodhouse <i>et al.</i> 1984
marin	40-50 mm	18 Monate	Floßkultur	Killary Harbour, Irland	Nahrungsangebot	Rodhouse <i>et al.</i> 1984

Zur Erläuterung des größeren Wachstums der Trave-Miesmuscheln müssen daher weitere Faktoren einbezogen werden. Die im Vergleich zu Kautsky (1982a) deutlich höheren Werte lassen sich mit dem ungleich reicheren Nahrungsangebot in der Trave gegenüber seinem Probenort im offenen Meer erklären. Die Trave weist als Vorfluter für kommunale Abwasser ausgeprägte Planktonblüten auf, die sich aufgrund der hohen Nährstofffrachten über den gesamten Sommer hinziehen (Diehl & Diehl 1979). Dieser Interpretationsansatz findet in Untersuchungen von Meixner (1971) Bestätigung, der bei Salinitäten von 14-16 ‰ an Miesmuscheln aus der Floßkultur der Flensburger Förde Abwachsdaten von bis zu 50 mm in einem Jahr (Tab. 9) nachweisen konnte, wie sie sonst nur aus vollmarinen Biotopen bekannt sind. Er erklärte diese Beobachtung ebenfalls mit einer besseren Nahrungsversorgung aufgrund der Kulturmethode. Die von Kautsky (1982a) registrierten niedrigen Wachstumsraten von *Mytilus edulis* dürften daher nicht ausschließlich auf die geringere Salinität zurückzuführen sein, sondern auch auf eine Nahrungsangebotslimitierung auf den von ihm beobachteten Muschelbänken.

Klar erkennbare Wachstumsunterschiede zwischen den Käfigmuscheln in den Wieken und den in der Nähe des Fahrwassers gehaltenen Muscheln ergaben sich nicht. Die Vermutung, daß im Bereich der vertieften Fahrwasserrinne höhere Strömungen und der verbesserte Wasseraustausch mit der Ostsee ein besseres Muschelwachstum ermöglichen, hat sich nicht bestätigt.

Erkennbar sind dagegen Wachstumsunterschiede in den Käfigen längs der Trave, die sich statistisch allerdings nicht absichern ließen. Die höchsten Wachstumsraten wurden sowohl bei den über einen Zeitraum von zwei Jahren untersuchten Muscheln als auch bei den 1995 zusätzlich eingebrachten Miesmuscheln in der Teschower Wiek, dem der Travemündung am nächsten gelegenen Käfig, gefunden. Die geringsten Wachstumsraten zeigten jeweils die Muscheln in dem am weitesten landeinwärts gelegenen Käfig in der Großen Holzwiek. Diese Beobachtung läßt sich mit dem abnehmenden Salzgehaltsgradienten im oberflächennahen Wasserkörper (Grosch 1972) stromauf in Zusammenhang bringen. Dies deckt sich mit Ergebnissen von Gruffydd *et al.* (1984) und Bohle (1972), die mit Hilfe von Laborexperimenten unter sonst konstanten Hälterungsbedingungen für Muscheln oder Muschelpopulationen bei Reduktion des Salzgehaltes von 34 auf 18 ‰ abnehmende Wachstumsraten verzeichneten. Auch Incze *et al.* (1978) erfaßten Wachstumsunterschiede entlang eines Salzgehaltsgradienten von 14-32 ‰ im Damariscotta River (Maine, USA).

Die für diese Wachstumsuntersuchungen verwendeten Miesmuscheln stammten aus der Ostsee, der größte Anteil dabei aus dem Bereich vor der Travemündung. Versuche von Kautsky *et al.* (1990), Wachstumsuntersuchungen an Nordseemussheln in der Ostsee durchzuführen, schlugen trotz langsamer Anpassung an die in dem neuen Lebensraum deutlich geringeren Salzgehalte fehl. Über 90 % der transferierten Miesmuscheln starben sofort. Nur wenige kleine Muscheln überlebten. Daraus folgerten Kautsky *et al.* (1990), daß die Muscheln der Ostsee bereits genetisch an den Lebensraum mit geringen und möglicherweise auch schwankenden Salzgehalten adaptiert sind. Wohl deshalb traten bei Muscheln aus der Population vor der Travemündung nach ihrer Umsiedlung in die Untertrave keine auffälligen Sterberaten als Folge eines niedrigeren Salzgehaltes auf.

Die beobachteten Verluste von 51-85 % im Jahr 1994 und 26-38 % im Jahr 1995 liegen deutlich unter den Werten, die in der Literatur für extreme Lebensräume angegeben werden (Incze *et al.* 1980, Dare 1976). So hat Dare (1976) in natürlichen Muschelbänken in Morecambe Bay (England) Mortalitäten von 94-96 % beobachtet. Er führt dies auf einen hohen Fraßdruck durch Krebse, Fische und Seevögel sowie auf die Pseudofaeces-Ablagerungen der Muscheln selbst zurück. Dabei konkurrieren die Muscheln um strömungsexponierte Plätze und ersticken sich durch Ausscheidungen gegenseitig und sind allgemein durch Sedimentablagerungen in dem Lebensraum ständig bedroht. Zusätzlich führt die Bildung dichter Muschelmatten bei weiterem Wachstum aufgrund des Raum Mangels bei Wellenschlag zur Ablösung einzelner Muschelklumpen. Verluste dieser Art können für den Versuch ausgeschlossen werden. Da Seevögel als einzige mögliche Räuber im Traveästuar die Käfigmuscheln nicht erreichen konnten und die regelmäßige Vermessung und Reinigung der Muscheln ein Ersticken im Sediment verhinderte, scheiden die von Dare beobachteten Gründe für die in der Untertrave registrierte Mortalität aus.

Incze *et al.* (1980) beobachteten bei in Floßkultur gehaltenen Mytiliden Mortalitäten von 35-90 %. Sie machten ein rasch abnehmendes Nahrungsangebot in den Sommermonaten verbunden mit metabolischem Streß bei hohen Temperaturen für diese Mortalitäten verantwortlich. Auch in der Trave scheinen die hohen Temperaturen die Sterberaten der Miesmuscheln zu beeinflussen. So wurden jeweils in den Sommermonaten, in 1994 im August und 1995 im Juli, die höchste Sterblichkeit gemessen, die zum Herbst hin wieder deutlich abnahm (Abb. 15). Dies deckt sich mit dem Jahresgang der Temperaturverteilung in der Untertrave (Abb. 34). Die Monate mit den höchsten Muschelverlusten sind auch gleichzeitig die Monate mit den höchsten Wassertemperaturen. Dabei kann eine Abnahme des Nahrungsangebotes als Ursache für die hohe Sterberate, wie es von Incze *et al.* (1980) beschrieben wurde, aufgrund der auch im Sommer hohen Phytoplanktondichte in der Untertrave ausgeschlossen werden.

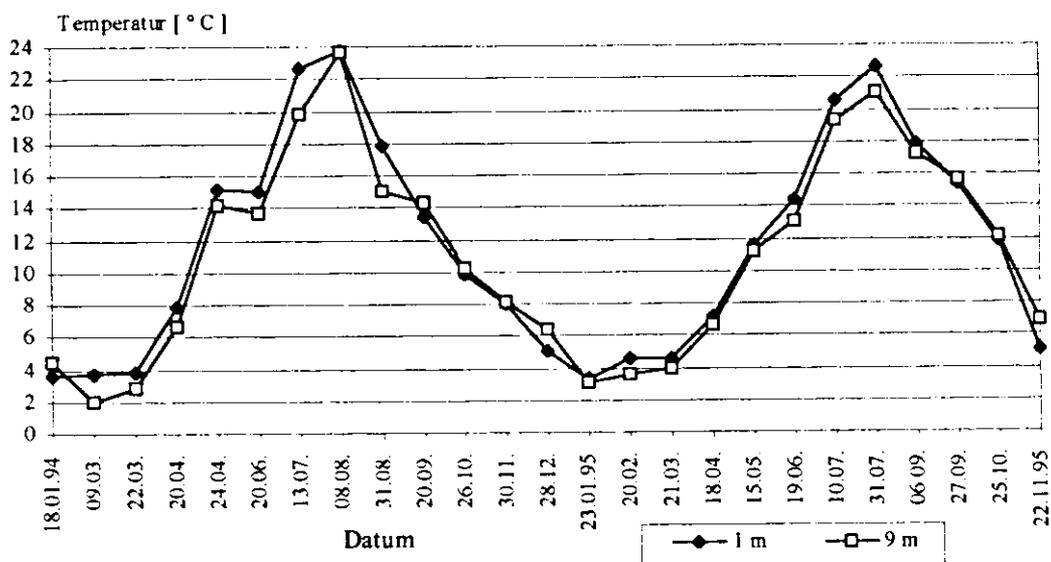


Abb. 34: Temperaturverlauf in der Untertrave bei Schlutup in 1 und 9 m Wassertiefe in den Jahren 1994-1995 (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein pers. Mitt.).

Es ist daher zu folgern, daß die in der Trave bei niedrigen Salinitäten lebenden Miesmuscheln deutlich empfindlicher auf höhere Temperaturen reagieren, als Miesmuscheln im marinen Milieu, die maximale Temperaturen von 27-28,2 °C

überleben können (Wallis 1975, Worrall & Widdows 1984). Kinne (1964) stellte ebenfalls fest, daß die Salinität den Effekt von Temperaturen auf marine Organismen beeinflusst. Es ist zu vermuten, daß die Maximalgröße der Miesmuscheln in den jeweiligen Lebensräumen direkt von der Mortalität und damit von den Umweltbedingungen abhängig ist (Seed 1969, Seed & Suchanek 1992).

#### 4.4 Muschellarven im Plankton

Die Zahl und Verteilung der Muschellarven im Plankton liefert Hinweise auf den Rekrutierungserfolg der Muschelbänke in der Untertrave. Dabei liegen die nachgewiesenen Muschellarvenmengen mit maximal 106 Ind./m<sup>3</sup> zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek deutlich unter den Werten anderer Meeresgebiete. Kautsky (1982b) gibt für den Bereich bei Askö, Schweden, den Anteil von *Mytilus edulis* an der gesamten jährlichen Zooplanktonproduktion mit 50 % an, und hält die Larven der Miesmuschel für die das Plankton dominierende Art. Er beobachtete in Vertikalholz mit 37 µm Maschenweite bis zu 20.000 Ind./m<sup>2</sup>, was bei einer untersuchten Wassertiefe von 15 m einer mittleren Muschelmenge von 1.333 Ind./m<sup>3</sup> entspricht. Jørgensen (1981) registrierte im Isefjord, Dänemark, zwischen Mai und Juni 1941 noch erheblich größere Abundanzen von 55.000 bis 2,9 Mio. Tiere pro m<sup>3</sup>. In der Nordsee wies Pulfrich (1995) bei Netzfängen mit 150 µm Maschenweite Dichten von *Mytilus edulis* mit mehr als 1.000 Ind./m<sup>3</sup> nach. Berücksichtigt man die große Maschenweite des von Pulfrich eingesetzten Netzes, mit dem nur Umboveliger oder ältere Larvenstadien erfaßt werden konnten, so sind in der Nordsee insgesamt deutlich höhere Abundanzen für Miesmuschellarven im Plankton zu erwarten.

Neben den in der Untertrave vergleichsweise geringen Larvenmengen fällt deren uneinheitliche räumliche Verteilung auf. Die höchsten Larvendichten wurden auf der fahrwassernahen Station in größerer Tiefe verzeichnet, in der Teschower Wiek hingegen an der Gewässeroberfläche. Die Werte für die Große Holzwiek wiederum wichen davon sowohl in der Tiefenverteilung als auch im zeitlichen Auftreten der Muschellarven deutlich ab. Die unterschiedlichen Verteilungsmuster lassen sich dabei nicht mit wind- und gezeiteninduzierten Bewegungen des Wasserkörpers auf den einzelnen Stationen erklären, da die Proben eines Monats jeweils am gleichen Tag und innerhalb weniger Stunden genommen wurden.

Die Interpretation der insgesamt niedrigen Larvenanzahl als auch der uneinheitlichen Verteilung erfordert die Betrachtung der passiven und aktiven Transportprozesse in dem zweifach geschichteten Ästuar der Untertrave. Der größte Teil der Miesmuschellarven gelangt zunächst passiv durch den bodennahen Ostseewassereinstrom in das Traveästuar, der von der nicht tidenabhängigen Ästuar-Zirkulation verursacht wird (Wellershaus 1981). Daher ist die eingetragene Larvenmenge insbesondere von der hydrologischen Situation des jeweiligen Jahres (Grosch 1972) und nicht primär von der Larvendichte in der Ostsee abhängig.

Der passive Einstrom erklärt die hohen Larvenmengen auf der fahrwassernahen Station zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwiek. Die Muschellarven gelangen offensichtlich entlang der künstlich vertieften Fahrrinne mit der Ästuar-

Zirkulation in die Untertrave. Dafür spricht, daß auf dieser Station in dem bodennahen Wasserkörper unterhalb der Sprungschicht in 5 m Wassertiefe die größten Abundanzen ermittelt wurden.

Jedoch lassen sich nicht alle vertikalen Verteilungsmuster der Larven allein mit dem bodennahen passiven Ostseewassereinstrom erklären. Bei einem rein passiven Partikeltransport in Ästuaren mit einem bodennahen Salzwasserkeil beobachteten Postma (1980), Wellershaus (1981) und Wollast & Duinker (1982) eine typische Ansammlung der Partikel in Zonen mit hohen Sedimentationsraten. Daher wäre bei einem ausschließlich passiven Larventransport immer ein Bereich mit besonders hohen Larvendichten in Bodennähe zu erwarten gewesen. Die in dieser Arbeit gezeigte Verteilung der Muschellarven entspricht jedoch nicht durchgängig diesem Modell.

Die höchsten Larvenmengen in der Teschower Wiek konnten während des Larvenfalls im Juni 1995 beispielsweise nahe der Oberfläche nachgewiesen werden. Dabei war auch in der Teschower Wiek während der Tauchbeprobung der Larvensammler stets eine deutliche Schichtung zu erkennen, nur liefert der Einstrom von Ostseewasser in diesem Fall keine Erklärung für die Larvenverteilung.

Die Wieken sind von Strömungsverhältnissen gekennzeichnet, die vom Hauptstrom abweichen. Hier bilden sich sogenannte Retentionszonen. Zwischen ihnen und dem Hauptstrom findet Stoffaustausch nur auf einem eng begrenzten Bereich statt und ist von der Größe der jeweiligen Retentionszone abhängig (Reynolds *et al.* 1991). Solche Gebiete verzögern den Partikel- und Schadstofftransport in Fließgewässern. Biologisch sind sie von Bedeutung, weil der Transport von Nährstoffen und Phytoplankton ebenfalls verlangsamt wird und hier zu deutlich dichteren Phytoplanktonblüten führt (Reynolds *et al.* 1991).

Der erst für wenige planktische Formen untersuchte, durch Retentionszonen verzögerte Transportmechanismus liefert den Erklärungsansatz für die Verteilung der Miesmuschellarven in der Teschower Wiek. Wie auf den anderen Stationen zeigen die passiv in die Wiek eingetragenen Miesmuschellarven auch hier das bekannte zur Oberfläche gerichtete Schwimmverhalten. Da jedoch der Austausch mit dem oberflächennahen Travewasserabfluß deutlich reduziert ist, können sich die in die Wiek gelangten Larven in der oberflächennahen Schicht anreichern, ohne gleich wieder in die Ostsee zurückgetragen zu werden. Die im Vergleich zur fahrwassernahen Station insgesamt geringeren Larvenmengen in der Teschower Wiek sind ebenso Folge des verringerten Austausches mit dem Hauptstrom. Nur bei entsprechenden Einstromlagen gelangen größere Larvenmengen in die Wiek.

Die vertikale Verteilung der Larven auf der fahrwassernahen Station wird in ähnlicher Weise vom aktiven Schwimmverhalten der bodennah eingetragenen Muschellarven beeinflusst. Ihre in Richtung der Wasseroberfläche gerichteten Schwimmbewegungen sorgen dafür, daß nach und nach Individuen in die oberflächennahe Wasserschicht des Travewasserabflusses gelangen und mit diesem wieder in Richtung Ostsee transportiert werden. Als Folge davon ist die deutliche Abnahme der Larvendichte in 0 und 2 m Wassertiefe zu verzeichnen.

In der Großen Holzwiek lagen Verhältnisse vor, die von beiden zuvor genannten Probenorten erheblich abwichen. Ganz im Gegensatz zur Teschower Wiek ließen sich in dieser Wiek die höchsten Larvendichten in 6 m Wassertiefe beobachten. Weiterhin war hier das höchste Larvenaufkommen in den Monaten Mai und Juli registriert worden, während die beiden anderen Stationen nur im Juni deutlich erhöhte Abundanzen aufwiesen. Die Ergebnisse dieser Arbeit reichen jedoch nicht aus, dieses so auffällig abweichende Verhalten zu erklären.

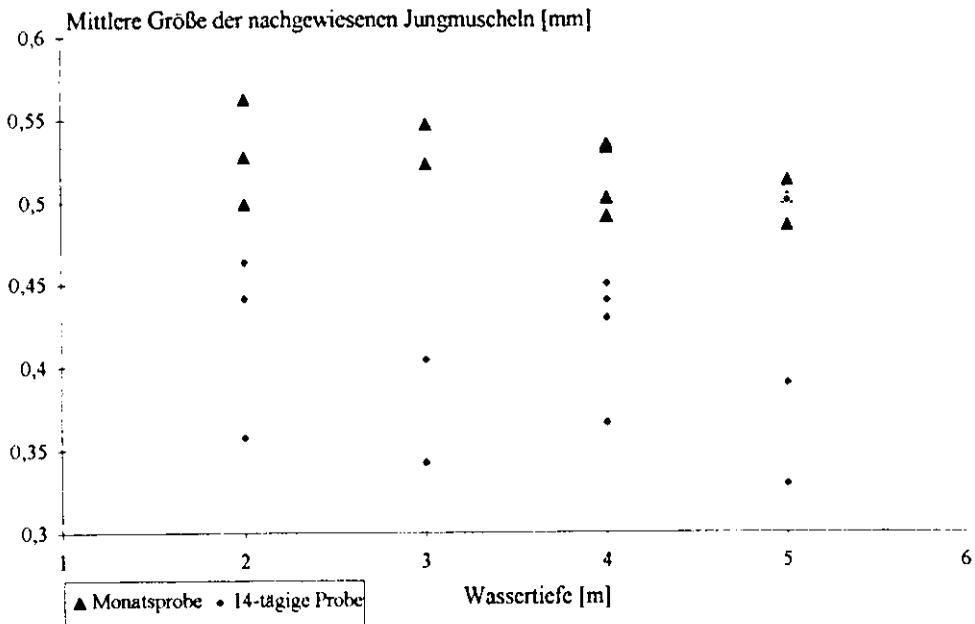
Die im Rahmen dieser Studie gefangenen Muschellarven waren zwischen 100-200  $\mu\text{m}$  groß (Abb. 17). Die zur Ansiedlung befähigten Pediveliger mit mehr als 200  $\mu\text{m}$  Größe konnten im Plankton der Untertrave nicht nachgewiesen werden. Kautsky (1982b) registrierte in der Ostsee bei Askö, Schweden, auch deutlich größere Larven von 240-400  $\mu\text{m}$  Länge. Es ist jedoch aufgrund der in Laborversuchen ermittelten Larvengrößen zweifelhaft, ob der Autor bei seinen Untersuchungen ausschließlich Muschellarven, und nicht auch verdriftete Jungmuscheln erfaßt hat. Jørgensen (1981) verfolgte das Wachstum einer Kohorte von *Mytilus edulis* im Plankton der Ostsee und fand die größten Larvenstadien mit maximal 270  $\mu\text{m}$  Schalenlänge. Im tidenbeeinflussten Bereich des Wattes der Nordsee registrierte Pulfrich (1995) mit bis zu 294  $\mu\text{m}$  Länge ebenfalls deutlich größere Miesmuschellarven als diese Studie für die Untertrave ausweist.

Offensichtlich lassen sich nur in stärker bewegten Wasserkörpern, wie der Ostsee oder dem Wattenmeer der Nordsee, die zum Bodenleben übergehenden Pediveliger und sogar Jungmuscheln im Plankton nachweisen, während in der Untertrave bei den geringen Fließ- und Strömungsgeschwindigkeiten die zum Bodenleben übergehenden Larvenstadien im Plankton nicht vorkommen. Das Fehlen der Jungmuscheln deutet darauf hin, daß für die Untertrave die Ausbreitung der Miesmuscheln über sekundär im Plankton verdriftende Jungmuscheln weitgehend ausgeschlossen werden kann.

#### 4.5 Verteilung von Jungmuscheln

Auf den in der Untertrave eingesetzten Larvensammlern ließen sich zwei unterschiedliche Größenklassen angesiedelter Miesmuscheln nachweisen. Dabei traten die deutlich größeren Sekundäransiedler nur vereinzelt zu Beginn der Untersuchungen im Mai und gegen Ende des Larvenfalls im August auf (Abb. 18). Obwohl die Untersuchungen bis in den November fortgesetzt wurden, konnten im Herbst beider Jahre keine größeren Mengen sekundär angesiedelter Miesmuscheln auf den Larvensammlern nachgewiesen werden. Daher hat die aus anderen Untersuchungsgebieten bekannte sekundäre Ansiedlung von Jungmuscheln (Bayne 1964a, Blok & Tan-Maas 1977, Lane *et al.* 1985, Board 1983) für die Rekrutierung der Muschelbänke in der Untertrave nur eine untergeordnete Bedeutung. Die geringe Strömung in der Untertrave könnte dafür die Ursache sein. Nach Maas Geesteranus (1942) ist das Ablösen der Jungmuscheln vom Substrat ein aktiver Prozeß, während der eigentliche Transport der Jungmuscheln jedoch von der Strömung abhängig ist, die in der Untertrave offensichtlich keine geeignete Transportgeschwindigkeit erreicht.

Die vorwiegend in den Sommermonaten auf den Larvensammlern angesiedelten kleineren Jungmuscheln sind Erstansiedler. Dies läßt sich mit Hilfe von Abb. 35 belegen, in der für Juli 1995 sowohl die Größe der Jungmuscheln aus den Monatsproben als auch von den bereits nach 14 Tagen beprobten Sammlern dargestellt ist. Die mittleren Größen der Jungmuscheln in den Monatsproben lagen mit einer einzigen Ausnahme durchweg höher. Diese Differenz ergibt sich aus dem Wachstum der Jungmuscheln aufgrund der längeren Verweildauer der Larvensammler in der Trave. Die Abbildung läßt die Vermutung zu, daß die Startgröße auf den Larvensammlern deutlich unter 500  $\mu\text{m}$  liegt, was für eine Erstansiedlung charakteristisch ist (Pulfrich 1995).

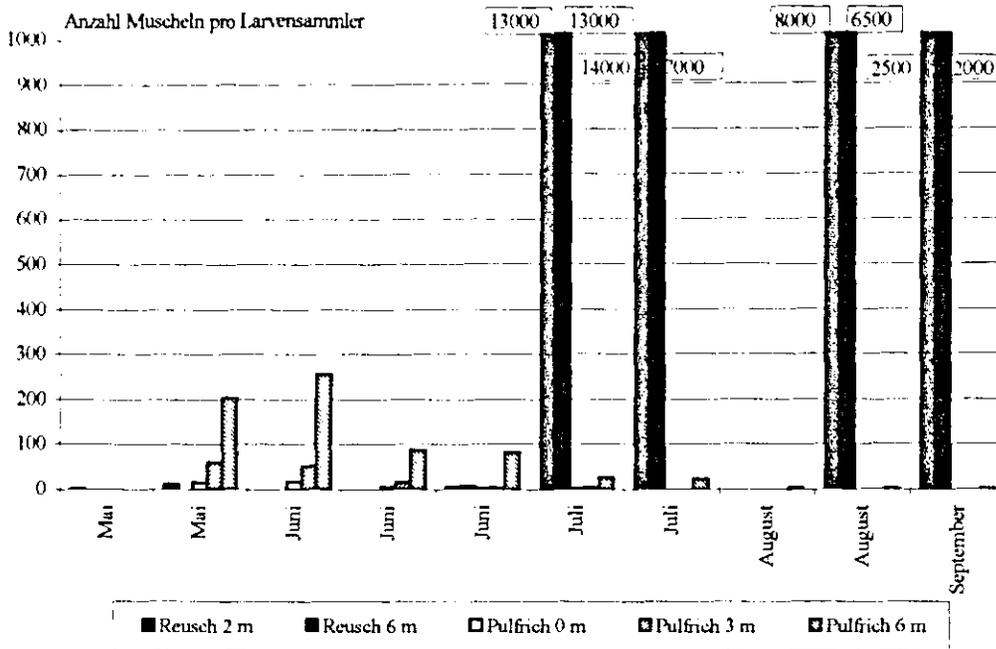


**Abb. 35:** Mittlere Größen der auf den Larvensammlern angesiedelten Jungmuscheln in Anhängigkeit von der Wassertiefe. Dabei sind die Werte der 14-tägigen Probennahme Mitte Juli 1995 den Werten der Monatsproben von Ende Juli 1995 gegenübergestellt.

Die Menge der auf den Larvensammlern in der Trave angesiedelten Muscheln (bis zu 242 Individuen pro Larvensammler) liegt deutlich unter den Werten, die Reusch (1994) für die Kieler Förde bestimmt hat. Er wies mit vergleichbaren Larvensammlern innerhalb von 14 Tagen bis zu 14.000 angesiedelte Miesmuscheln nach (Abb. 36), wobei nicht sicher ist, ob es sich hierbei ausschließlich um Erstansiedler handelt.

Da in der Untertrave überwiegend Erstansiedler nachgewiesen wurden, muß die Zahl angesiedelter Jungmuscheln hauptsächlich von der Menge der Pediveliger im Plankton abhängig sein. Damit dürfte der Grund für die deutlich geringeren Jungmuschelanzahlen auf den Larvensammlern wie im Fall der niedrigen Werte im Plankton in der besonderen hydrologischen Situation der Untertrave zu suchen sein. Der passive Transport mit Hilfe der Ästuar-Zirkulation läßt Larven einerseits nur in begrenztem Umfang in das Ästuar gelangen, während andererseits in die Oberflächenschicht aufgestiegene Larven mit dem Ausstrom des Travewassers erneut in Richtung Ostsee getragen werden. Einzig bei besonderen Einstromlagen können größere Mengen Muschellarven aus der Ostsee in das Traveästuar vordringen (Grosch 1972).

Im Wattenmeer der Nordsee konnte Pulfrich (1995) mit etwa 250 Miesmuscheln in 14 Tagen vergleichbare Muschelzahlen auf den Larvensammlern nachweisen (Abb. 36). Die Autorin machte die hydrodynamischen Prozesse im Wattenmeer für den Larven- und Jungmuscheltransport und den Rekrutierungserfolg auf den Muschelbänken verantwortlich. Sie beobachtete eine selektive Ansiedlung von Jungmuscheln in strömungsgeschützten Bereichen von Muschelbänken und führte dies auf Mikroturbulenzen über den Muschelbänken zurück.



**Abb. 36:** Anzahl angesiedelter Jungmuscheln auf vergleichbaren Larvensammlern in der Kieler Förde (Reusch 1994) und in der Nordsee (Pulfrich 1995) 1993. Die Daten sind aus Abbildungen entnommen, da beide Autoren in ihren Publikationen keine Rohdaten angegeben haben.

Der zeitliche Verlauf des Larvenfalls in den beiden Untersuchungsjahren dieser Studie wies deutliche Unterschiede auf. Der hauptsächliche Larvenfall fand 1994 während der Monate Juli und August, 1995 hingegen bereits im Monat Juni statt. Diese Unterschiede resultieren vermutlich aus den unterschiedlichen Witterungsverhältnisse beider Jahre. Generell kann die Miesmuschel sowohl einmalig ablaichen, als auch als Portionslaicher über den gesamten Sommer Gameten abgeben. Das Vorkommen von Jungmuscheln auf den Larvensammlern über den gesamten Untersuchungszeitraum läßt vermuten, daß in der Untertrave im Verlauf eines Sommers mehrere Muschelansiedlungen stattfinden.

Der Vergleich zwischen den Larvensammlern auf den Fahrwasserstationen und den Wiekenstationen zeigt besonders während des hauptsächlichen Larvenfalls deutlich höhere Muschelanzahlen im Bereich der Fahrwasserstationen. Diese hohen Jungmuschelanzahlen sind mit dem bereits beschriebenen bodennahen Einstrom des Ostseewassers entlang der künstlich vertieften Fahrwasserrinne zu erklären. Die Wieken werden von der Ästuar-Zirkulation praktisch nicht erfaßt und stellen als Retentionszonen eine natürliche Barriere für die

Ausbreitung der Muschellarven dar. Folglich sind in den Wieken auch deutlich weniger angesiedelte Jungmuscheln auf den Larvensammlern nachgewiesen worden.

Die vertikale Verteilung der Jungmuscheln zeigt in Fahrwassernähe höhere Anzahlen in größeren Wassertiefen. Die mit dem Ostseewasserkeil eingetragenen Pediveliger beginnen im bodennahen Bereich des Ostseewasserkörpers mit der Suche nach einem attraktiven Anheftungsgrund. Da innerhalb des Salzwasserkeils der Travegrund von Schlickflächen dominiert wird, ist für die Pediveliger kaum geeignetes Siedlungssubstrat vorhanden. Einzig die wenigen, nicht mit Schlick bedeckten Schalenreste und kleinere Steine an den Hängen seitlich der Fahrrinne stellen besiedelbare Hartsubstrate dar.

In den Wieken ist die Verteilung der Jungmuscheln auf den Larvensammlern deutlich gleichmäßiger. In diesen Retentionszonen sammeln sich die Muschellarven zunächst gleichmäßig in oberflächennahen Bereichen. Mit der Entwicklung zum Pediveliger setzt sich zunehmend ein positiv geotaktisches Larvenverhalten durch und führt zu einer deutlich gleichmäßigeren vertikalen Verteilung der Jungmuscheln auf den Larvensammlern.

Die Ansiedlungen weiterer Muschelarten auf den Larvensammlern zeigt, daß nach der weitgehenden Zerstörung der Benthonfauna im Untersuchungsgebiet durch Abwassereinleitungen Mitte dieses Jahrhunderts (Kändler 1953) eine Reihe von Muschelarten erneut in das Ästuar der Untertrave eingewandert sind und sich auch erfolgreich ausbreiten können. Eine Interpretation der nachgewiesenen Mengen und des zeitlichen Auftretens ist jedoch kaum möglich, da die Larvensammler speziell für *Mytilus edulis* konstruiert wurden und sowohl die Sandklaffmuscheln *Mya arenaria* als auch die Herzmuschel *Cerastoderma lamarcki* als Sedimentbewohner nur zufällig auf die Larvensammler gelangen. Die vereinzelt nachgewiesenen Dreikantmuscheln *Dreissena polymorpha* belegen darüber hinaus den Einfluß des Süßwassers auf die Faunenzusammensetzung. Benthonuntersuchungen im Bereich der Untertrave haben jedoch keine adulten Dreikantmuscheln nachweisen können (Goersch 1989).

#### **4.6 Feldexperimente zum Wanderverhalten von Jungmuscheln**

Das künstliche Hartsubstrat in Form von Ziegeln wurde nicht von Miesmuscheln besiedelt. Da die Ziegel entlang eines Hanges mit einzelnen Muschelklumpen ausgebracht wurden, ist das generelle Vorkommen und die Überlebensfähigkeit von Miesmuscheln an diesem Standort sichergestellt. Dies wird gleichfalls durch den Nachweis von Exemplaren auf den Larvensammlern in diesem Bereich der Teschower Wiek bestätigt. Da der Untergrund des Hanges nur aus Sand und Schlick besteht, wäre eine Besiedlung der Ziegel im Falle von Wanderaktivitäten der Miesmuscheln zu erwarten gewesen. Die Hanglage des untersuchten Bereiches sollte zudem Aufschluß über die bevorzugte Tiefe der Miesmuscheln liefern.

Ihr generelles Ausbleiben auf den Ziegeln läßt darauf schließen, daß junge Miesmuscheln in der Untertrave nicht umherwandern. Bei den auf den Ziegeln tatsächlich gefundenen Muschelarten *Cerastoderma lamarcki* und *Mya arenaria* handelt es sich aufgrund der geringen registrierten Größe um Erstansiedler.

Auch das Experiment mit der Plastikbahn erbrachte keine Hinweise auf ausgiebige Wanderaktivitäten. Der größte Teil der jungen Muscheln verblieb direkt am Ausbringungsort, obwohl die verwendete Kunststoffbahn für eine Ansiedlung keine guten Voraussetzungen bot. Einzig 2 Muscheln wanderten aus 6 m in noch größerer Wassertiefe.

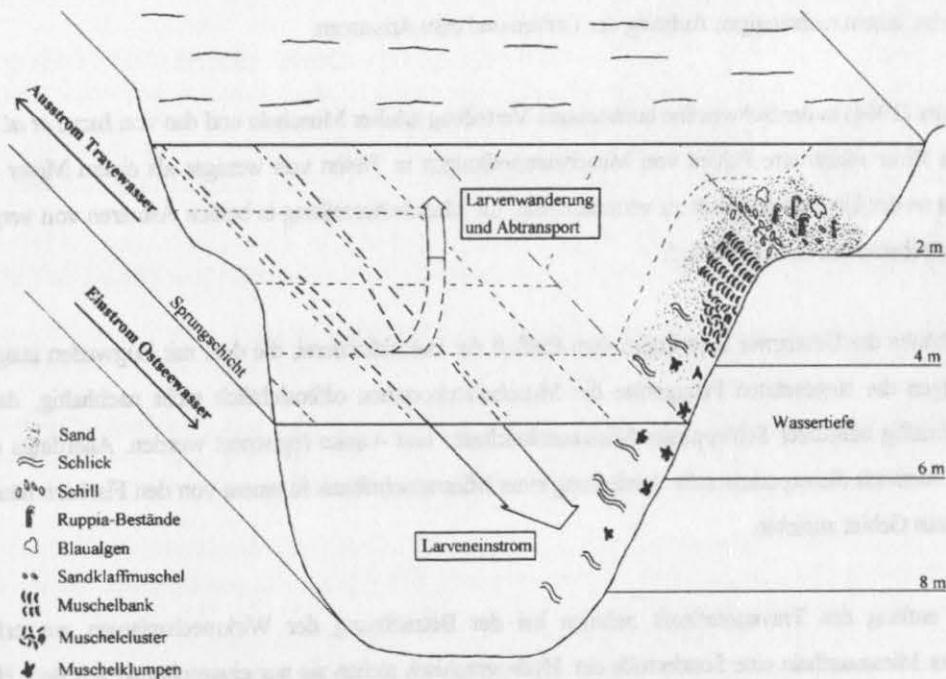
Beide Versuchsansätze lieferten keinerlei Anzeichen für Wanderungstendenzen der Miesmuscheln aus tieferen in flachere Bereiche. Damit ist auszuschließen, daß sich die Masse der Muschellarven in der Untertrave zunächst im Bereich des einströmenden Bodenwassers anheftet und erst dann die höhere Bereiche anstrebt, die im Zusammenhang mit der Tiefenzonierung des Miesmuschelvorkommens als bevorzugte Siedlungshorizonte identifiziert wurden.

## 5 Schlußfolgerungen

In der Untertrave konnte im Rahmen dieser Studie ein Schwerpunkt des Miesmuschelvorkommens im Tiefenbereich zwischen 2,5-6 m identifiziert werden. Die Ausbildung dieser Zone ist das Ergebnis verschiedener abiotischer, biotischer und anthropogen hervorgerufener Ursachenkomplexe.

Die Untersuchungen zum Larvenvorkommen im Plankton sowie zum Ansiedlungsverhalten von Muschellarven zeigten, daß der dominierende Anteil passiv mit der Ästuar-Zirkulation aus der Ostsee in die Untertrave verdriftet wurde. Der Einstrom des salzhaltigeren Ostseewassers erfolgt bodennah entlang der Fahrwasserrinne, wo sich die höchsten Larvenabundanzen ermitteln ließen. Die generelle Kapazität dieses Transportweges scheint der limitierende Faktor hinsichtlich der Zahl auftretender Larven zu sein, da die registrierten Larvenabundanzen deutlich unter denen anderer Miesmuschelpopulationen lagen. Allenfalls außergewöhnliche Einstromlagen vermögen größere Larvenmengen in die Untertrave zu drücken und den Siedlungserfolg zu erhöhen.

Gegenläufig zum passiven Transport ins Ästuar wirkt der Ausstrom von Travewasser in der Oberflächenschicht. Die positive Phototaxis junger Stadien läßt die Larven nach und nach in das oberflächennahe Wasser gelangen, von wo aus ein Teil wieder mit der dort vorherrschenden Strömung in die Ostsee zurück transportiert wird.



**Abb. 37:** Schematische Darstellung der Schichtung des Ästuars und des daraus resultierenden Transportmechanismus der Miesmuschellarven sowie der Verteilung von Muschelvorkommen und weiterer Bodenstrukturen in der Untertrave.

Larven, die im Ästuar bleiben, erreichen hier das Stadium des Pederaligers und gehen zum sessilen Leben über. Dabei bietet ihnen die Untertrave im Bereich der Bodenwasserschicht, mit der sie in das Ästuar getragen wurden, keine geeigneten Ansiedlungssubstrate. Sie besiedeln neben Hartsubstraten bevorzugt filamentöse Strukturen, während der Travegrund unterhalb von 6 m Tiefe von Schlack beherrscht wird.

Einzig im Bereich der abfallenden Kanten langs der Fahrinne und anderer tiefer liegender Bereiche finden sich bis hinauf in 2 m Wassertiefe Hartsubstrate in Form von einzelnen Steinen, leeren Muschelschalen sowie bereits vorhandenen Muschelbänken. Oberhalb dieser Kanten dominiert ein Bereich mit Sandgrund, der dem besonderen Einfluß abiotischer Faktoren ausgesetzt ist. So führt der durch Wind hervorgerufene Wellenschlag insbesondere bei Niedrigwasserständen hier zu Umlagerungen des Flußgrundes und verhindert ein dauerhaftes Vorkommen von Miesmuscheln, obwohl keine Salzgehaltslimitierung im Oberflächenwasser vorliegt. Auch Sog und Schwell vorbeifahrender Großschiffe haben auf die Bodenstrukturen im Bereich der oberen 2 m erheblichen Einfluß sowie Eisgang in Jahren mit einem kalten Winter.

Bei der Besiedlung durch Jungmuscheln entlang der abfallenden Kanten in der Untertrave handelt es sich offensichtlich um Primärbesiedlungen. Versuche zeigten, daß in dem Lebensraum weder eine nennenswerte Verbreitung durch sekundär verdriftende Jungmuscheln stattfindet, noch adulte Muscheln die Zone des hauptsächlichen Muschelvorkommens über Wanderbewegungen erreichen.

Die zur Oberfläche gerichteten Schwimmbewegungen der Veliger sind vor diesem Hintergrund von besonderer Bedeutung. Einerseits verlassen die Larven auf diese Weise die sie einspülende Bodenwasserschicht und erreichen erst dadurch einen besiedelbaren Lebensraum. Andererseits beinhaltet der Aufstieg die Gefahr, passiv wieder ins Meer getragen zu werden. Der Ansiedlungsmechanismus ist insgesamt also eine komplexe Faktorenkombination zwischen Larveneinstrom, einem rechtzeitigen Aufstieg der Larven und dem Ausstrom.

Die von Schütz (1964) in der Schwentine beobachtete Verteilung adulter Muscheln und das von Incze *et al.* (1978) am Damariscotta River registrierte Fehlen von Muschelansiedlungen in Tiefen von weniger als einem Meter ähneln den Verhältnissen an der Untertrave. Es ist zu vermuten, daß die Muschelverteilung in beiden Ästuaren von vergleichbaren Ansiedlungsmechanismen beeinflusst wird.

Die Muschelbänke der Untertrave unterliegen dem Einfluß der Berufsfischerei, die dort mit Zugwaden ausgeübt wird. Dabei schädigen die eingesetzten Fanggeräte die Muschelvorkommen offensichtlich nicht nachhaltig, da selbst im Bereich regelmäßig befischter Schleppzüge Miesmuschelcluster und -bänke registriert wurden. Allerdings machte die fischereiliche Aktivität die experimentelle Ansiedlung einer Miesmuschelbank in einem von den Fischern häufig mit der Wade befischten Gebiet zunichte.

Die Wieken entlang des Traveunterlaufs nehmen bei der Betrachtung der Wirkmechanismen zur erfolgreichen Ansiedlung der Miesmuscheln eine Sonderrolle ein. Hydrographisch stehen sie nur eingeschränkt mit dem Hauptstrom in Verbindung. Zwar konnte hier eine vergleichbare Schichtung aus salzarmem Oberflächenwasser und salzreicherem Bodenwasser beobachtet werden, insgesamt besteht jedoch nur ein geringer Austausch zwischen den Wassermassen in den Wieken und dem Hauptstrom. Als Folge davon werden deutlich geringere Muschellarvenzahlen in die Wieken getragen. In das Bild paßt das vorwiegende Auftreten von Muschelbänken entlang des Fahrwassers.

Schon vor mehr als 100 Jahren war die Miesmuschel in der Untertrave nachweisbar, verschwand jedoch auf Grund von Gewässerverschmutzung bis Mitte dieses Jahrhunderts nahezu vollständig aus dem Ästuar. In Folge des Baus von Klärwerken stieg die Wasserqualität bis heute wieder soweit an, daß eine „Rückeroberung“ alter Lebensräume durch die

Muscheln möglich wurde. Vor diesem historischen Hintergrund ist eine weitere Ausbreitung der Miesmuschel in der Untertrave stromaufwärts zu erwarten. Die vorliegende Arbeit konnte diese Tendenz bestätigen und die seit den 50er Jahren weiteste Ausbreitung nachweisen.

Weitere Untersuchungen zur Rekrutierung von Miesmuscheln sollten sich zukünftig mit der Erfassung der tatsächlich transportierten Muschelmengen und den daraus resultierenden Besiedlungsdichten im Traveästuar beschäftigen. Gerade für Fragen nach dem Verhältnis zwischen den Larvenmengen im Plankton und der Populationsdynamik im Benthon bietet das hydrologisch gut erfaßte Traveästuar geeignete Voraussetzungen. Daneben könnten vergleichbare Untersuchungen in anderen Ästuaren die hier beobachteten Verteilungsmechanismen von Miesmuscheln möglicherweise absichern. Dies wäre ein weiterer Schritt zu einem besseren Verständnis der Rekrutierung von Muschelbänken, auch in vollmarinen Bereichen.

## 6 Literatur

- Almada-Villela P. C., Davenport J., Gruffydd L. D. 1982.** The effects of temperature on the shell growth of young *Mytilus edulis* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 59: 275-288
- Anonymus 1991.** Bericht der Landesregierung. Schleswig-Holsteinischer Landtag (Hsg.). Drucksache 12/1710, Kiel: 117-118
- Bade H. persönliche Mitteilung.** Schusterbreite 4, 23568 Lübeck, Germany
- Bagge P., Ilus E., Motzkin F. 1975.** Line census of fish made by the scuba diving method in the archipelago of Loviisa (Gulf of Finland). *Merentutkimuslait. Julk./Havsforskningsint. Skr.*, 240: 57-70
- Bayne B. L. 1963.** Responses of *Mytilus edulis* larvae to increases in hydrostatic pressure. *Nature*, 198: 406-407
- Bayne B. L. 1964a.** Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. (Mollusca). *J. Anim. Ecol.*, 33: 513-523
- Bayne B. L. 1964b.** The responses of the larvae of *Mytilus edulis* (L.) to light and to gravity. *Okios*, 15: 162-174
- Bayne B. L. 1965.** Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia*, 2: 1-47
- Bayne B. L. 1975.** Reproduction in bivalve molluscs under environmental stress. In: Vernberg F. J. (Hsg.). *Physiological ecology of estuarine organisms*. Univ. South Carolina Press, Columbia: 259-277
- Bayne B. L. 1976.** Aspects of reproduction in bivalve molluscs. In: Wiley, M. (Hsg.). *Estuarine processes*, Vol. 1. Academic Press, New York: 432-448
- Bayne B. L. 1993.** Feeding physiology of bivalves: Time-dependence and compensation for changes in food availability. In: Dame R. F. (Hsg.). *Bivalve filter feeders in estuarine and coastal ecosystem processes*. Springer Verlag Berlin: 1-24
- Blok J. W. de, Geelen H. J. F. M. 1958.** The substratum required for the settling of mussels (*Mytilus edulis* L.). *Arch. néerl. Zool.*, 1. Suppl.: 446-460
- Blok J. W. de, Tan-Maas M. 1977.** Function of byssus threads in young postlarval *Mytilus*. *Nature*, 267: 558
- Bloß S., Markofsky M., Zielke W. 1982.** Numerische Simulation von Ausbreitungsvorgängen in Ästuarien: Fallstudie „Untere Trave“. *Dt. gewässerkd. Mitt.*, 26: 6-13
- Board P. 1983.** The settlement of post larval *Mytilus edulis* (settlement of postlarval mussels). *J. moll. Stud.*, 49: 53-60
- Bohle B. 1970.** Forsøk med dyrking av blaskjell (*Mytilus edulis* L.) ved overføring av yngel til nettingstromper. *Fiskets Gang*, 13/14: 267-271
- Bohle B. 1972.** Effects of adaptation to reduced salinity on the filtration activity and growth of mussels (*Mytilus edulis*). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 10: 41-49
- Buyanovskii A. I., Kulikova V. A. 1984.** Planktonic distribution of *Mytilus edulis* larvae and their settlement on collectors in Vostok Bay, Sea of Japan. *Soviet J. mar. Biol.*, 10 (6): 350-354
- Cáceres-Martínez J., Robleo J. A. F., Figueras A. 1994.** Settlement and post-larvae behaviour of *Mytilus galloprovincialis*: field and laboratory experiments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 112: 107-117
- Carriker M. R. 1961.** Interrelation of functional morphology, behavior, and autecology in early stages of the bivalve *Mercenaria mercenaria*. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 77: 168-241
- Clausen I., Riisgard H. U. 1996.** Growth, filtration and respiration in the mussel *Mytilus edulis*: no evidence for physiological regulation of the filter-pump to nutritional needs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 141: 37-45

- Dare P. J. 1976.** Settlement, growth, and production of the mussel, *Mytilus edulis* L., in Morecambe Bay, England. Fish. Invest., Ser. 2, 28 (1): 25 S.
- Dare P. J., Edwards D. B., Davies G. 1983.** Experimental collection and handling of spat mussels (*Mytilus edulis* L.) on ropes for intertidal cultivation. Fish. Res. Tech. Rep., 74: 23 S.
- Davies G. 1974.** A method for monitoring the spatfall of mussels (*Mytilus edulis* L.). J. Cons. int. Explor. Mer., 36: 27-34
- Davies I. M., Pirie J. M. 1980.** Evaluation of a 'mussel watch' projekt for heavy metals in Scottish coastal waters. Mar. Biol., 57: 87-93
- Delsman H. C. 1910.** De voortplanting van de mossel. Versl. Staat. Nederl. Zeevisscherijen 1910, Extra Bijlage III: 74-88, Tafeln 1-3
- Diehl D., Diehl M. 1979.** Die Untertrave als Mischzone von Süßwasser- und Meeresorganismen. In: Diehl, M. (Hsg.). Lebensraum Untertrave. Berichte des Vereins »Natur und Heimat« und des Naturhistorischen Museums zu Lübeck, 16: 7-31
- FAO 1995.** Fishery statistics - catches and landings. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, 76: 687 S.
- Fischer H. 1983.** Shell weight as an independent variable in relation to cadmium content of molluscs. Mar. Ecol. Prog. Ser., 12: 59-75
- Fischereiamt Kiel 1996a.** Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Schleswig-Holsteins im Jahre 1995. Das Fischerblatt, 2: 37-42
- Fischereiamt Kiel 1996b.** Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Schleswig-Holsteins im Jahre 1995. Das Fischerblatt, 3: 65-69
- Fuller S. C., Lutz R. A. 1989.** Shell morphology of larval and post-larval Mytilids from the North-Western Atlantic. J. mar. biol. Ass. U. K., 69: 181-218
- Goersch R. 1989.** Veränderungen im Zoo- und Phytobenthos der Untertrave - Vergleich 1988 mit früheren Erhebungen. Diplomarbeit, Math. nat. Fak. Univ. Kiel: 102 S.
- Grosch U. A. 1972.** Die Abwasserbelastung der Untertrave in den Jahren 1968, 1969 und der Einfluß der Abwässer auf das Makrobenthos des Ästuars. Dissertation, Math. nat. Fak. Univ. Kiel: 153 S.
- Gruffydd L. L. D., Huxley R., Crisp D. J. 1984.** The reduction in growth of *Mytilus edulis* in fluctuating salinity regimes measured using laser diffraction patterns and the exaggeration of this effect by using tap water as the diluting medium. J. mar. biol. Ass. U. K., 64: 401-409
- Günther C.-P. 1992.** Settlement and recruitment of *Mya arenaria* L. in the Wadden Sea. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 159: 203-215
- Hansestadt Lübeck 1993.** Ostseehafen Lübeck, Jahresbericht 1992. Der Senat - Statistisches Amt und Wahlamt (Hsg.), Lübeck: 35 S.
- Harvey M., Bouget E., Ingram R. G. 1995.** Experimental evidence of passive accumulation of marine bivalve larvae on filamentous epibenthic structures. Limnol. Oceanogr., 40: 94-104
- Hickman R. W. 1992.** Mussel cultivation. In: Gosling E. (Hsg.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetic and culture. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam: 465-510
- Hilbish T. J. 1986.** Growth trajectories of shell and soft tissue in bivalves: seasonal variation in *Mytilus edulis* L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 96: 103-113
- Hrs-Brenko M., Calabrese A. 1969.** The combined effects of salinity and temperature on larvae of the mussel *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 4: 224-226

- IGU persönliche Mitteilung.** Institut für Gewässerschutz und Umgebungsüberwachung Dr. Biernath-Wüpping GmbH, Köpenicker Str. 59, 24111 Kiel, Germany
- Incze L. S., Porter B., Lutz R. A. 1978.** Experimental culture of *Mytilus edulis* L. in a northern estuarine gradient: Growth, survival, and recruitment. Proc. World Maricult., 9: 523-541
- Incze L. S., Lutz R. A., Watling L. 1980.** Relationships between effects of environmental temperature and seston on growth and mortality of *Mytilus edulis* in a temperate northern estuary. Mar. Biol., 57: 147-156
- Jagnow B., Gosseck F. 1987.** Bestimmungsschlüssel für die Gehäuseschnecken und Muscheln der Ostsee. Mitt. Zool. Mus. Berl., 63: 191-268
- Janssen H. H., Scholz N. 1979.** Uptake and cellular distribution of cadmium in *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 55: 133-141
- Jansson A. M., Kautsky N. 1977.** Quantitative survey of hard bottom communities in a baltic archipelago. In: Veyan B. F., Ceidigh P. O., Boaden P. J. S. (Hsg.). Biology of benthic organisms. Pergamon Press, New York: 359-366
- Jansson B. O., Aneer G., Nellbring S. 1985.** Spatial and temporal distribution of the demersal fish fauna in a baltic archipelago as estimated by scuba census. Mar. Ecol. Prog. Ser., 23: 31-43
- Jensen K., Randlov A., Riidgard H. U. 1981.** Heavy metal pollution from a point source demonstrated by means of mussels, *Mytilus edulis*. Chemosphere 10 (7): 761-765
- Jørgensen C. B. 1981.** Mortality, growth, and grazing impact of a cohort of bivalve larvae, *Mytilus edulis* L. Ophelia, 20: 185-192
- Julius H. J. 1957** Fischereibiologische Studien an der Untertrave. Dissertation, Phil. Fak. Univ. Kiel: 140 S.
- Jung C. ter 1992.** Beitrag zum Schwermetallgehalts-Monitoring (Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Pb, Cr, Ni) in Miesmuscheln an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste (1988/89). Ber. Inst. Meeresk. Kiel., 221: 146 S.
- Kändler R. 1926.** Muschellarven aus dem Helgoländer Plankton. Wiss. Meeresunters. (Helgoland), 16: 1-8
- Kändler R. 1953.** Hydrographische Untersuchungen zum Abwasserproblem in den Buchten und Förden der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Kieler Meeresforsch., 9: 176-200
- Kändler R. 1971.** Untersuchungen über die Abwasserbelastung der Untertrave. Kieler Meeresforsch., 27: 20-27
- Kautsky N. 1982a.** Growth and size structure in a Baltic *Mytilus edulis* L. population. Mar. Biol., 68: 117-133
- Kautsky N. 1982b.** Quantitative studies on gonad cycle, fecundity, reproductive output and recruitment in a baltic *Mytilus edulis* population. Mar. Biol., 68: 143-160
- Kautsky H. 1993.** Methods for monitoring phytobenthic plant and animal communities in the Baltic Sea. In: Plinski M. (Hsg.). The ecology of baltic terrestrial, coastal and offshore areas - protection and management 11.-12. Dec. 1992, Danzig: 21-59
- Kautsky N., Johannesson K., Tedengren M. 1990.** Genotypic and phenotypic differences between Baltic and North Sea populations of *Mytilus edulis* evaluated through reciprocal transplantations. 1. Growth and morphology. Mar. Ecol. Prog. Ser., 59: 203-210
- Kinne O. 1964.** The effect of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature salinity combinations. Oceanogr. mar. Biol. A. Rev. 1: 281-339
- Kranz J. P. persönliche Mitteilung.** Schlutuper Kirchstr. 12, 23568 Lübeck, Germany
- Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein 1982.** Gütelängsschnitt Trave. Ber. Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, Kiel: 200 S.

- Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein persönliche Mitteilung.** Saarbrückenstr. 38, 24114 Kiel, Germany
- Lane D. J. W., Nott J. A. 1975.** A study of the morphology, fine structure, and histochemistry of the foot of pediveligers of *Mytilus edulis* (L.). J. mar. biol. Ass. U. K., 55: 477-495
- Lane D. J. W., Beaumont A. R., Hunter J. R. 1985.** Byssus drifting and the drifting threads of the young post-larval mussel *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 84: 301-308
- Lehnberg W., Theede H. 1979.** Kombinierte Wirkung von Temperatur, Salzgehalt und Cadmium auf Entwicklung, Wachstum und Mortalität der Larven von *Mytilus edulis* aus der westlichen Ostsee. Helg. wiss. Meeresunters., 32: 179-199
- Lenz H. 1882.** Die wirbellosen Thiere der Travemünder Bucht. Teil II. Separatabdruck aus dem VII. Bericht der Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel: 170-180
- Lilienfeld-Toal S. von 1981.** Der Ausbau der Untertrave. Jahrbuch der Hafentechnischen Gesellschaft, 38: 49-70
- Livingstone D. R., Pipe R. K. 1992.** Mussels and environmental contaminants: Molecular and cellular aspects. In: Gosling E. (Hsg.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetic and culture. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam: 425-464
- Lobel P. B. 1986.** Role of the kidney in determining the whole soft tissue zinc concentration of individual mussels (*Mytilus edulis*). Mar. Biol., 92: 355-359
- Loosanoff V. L., Davis H. C., Chanley P. E. 1966.** Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. Malacologia, 4 (2): 351-435
- Lutz R. A., Kennish M. J. 1992.** Ecology and morphology of larval and early postlarval mussels. In: Gosling E. (Hsg.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetic and culture. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam: 53-85
- Maas Geesteranus R. A. 1942.** On the formation of banks by *Mytilus edulis* L. Arch. néerl. Zool., 6: 283-325
- Mann R. 1988.** Field studies of bivalve larvae and their recruitment to the benthos: a commentary. J. Shellfish Res., 7: 7-10
- McGrath D., King P. A., Gosling E. M. 1988.** Evidence for the direct settlement of *Mytilus edulis* larvae on adult mussel beds. Mar. Ecol. Prog. Ser., 47: 103-106
- Meixner R. 1971.** Wachstum und Ertrag von *Mytilus edulis* bei der Floßkultur in der Flensburger Förde. Arch. Fischereiwiss. 12 (1): 41-50
- Meredyth-Young J. L., Jenkins R. J. 1978.** Depth of settlement of two mussel species on suspended collectors in Marlborough Sounds, New Zealand. N. Z. J. Mar. Freshw. Res., 12: 83-86
- Mileikovsky S. A. 1973.** Speed of active movement of pelagic larvae of marine bottom invertebrates and their ability to regulate their vertical position. Mar. Biol., 23: 11-17
- Nelson T. C. 1928.** Pelagic dissoconchs of the common mussel, *Mytilus edulis*, with observations on the behavior of the larvae of allied genera. Biol. Bull. Woods Hole, 55: 180-192
- Newell R. I. E., Hilbish T. J., Koehn R. K., Newell C. J. 1982.** Temporal variation in the reproductive cycle of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia, Mytilidae) from localities on the east coast of the U.S.A. Biol. Bull., 162: 299-310
- Ostersehle C. 1994.** Die Lübecker Schlepsschiffahrt - Geschichte und Gegenwart. Lübecker Blätter, 6: 87-90
- Page H. M., Hubbard D. M. 1987.** Temporal and spatial patterns of growth in mussels *Mytilus edulis* on an offshore platform: relationships to water temperature and food availability. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 111: 159-179

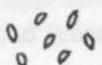
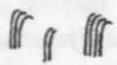
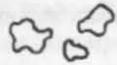
- Paul A. J., Paul J. M., Nevé R. A. 1978.** Phytoplankton densities and growth of *Mytilus edulis* in an Alaskan artificial upwelling system. J. Cons. int. Explor. Mer., 38 (1): 100-104
- Postma H. 1980.** Sediment transport and sedimentation. In: Olausson E., Cato I. (Hsg.). Chemistry and biochemistry of estuaries. John Wiley & Sons, New York: 153-186
- Pulfrich A. 1995.** Reproduction and recruitment in Schleswig-Holstein wadden sea edible mussel (*Mytilus edulis* L.) populations. Ber. Inst. Meeresk. Kiel, 268: 150 S.
- Redeke H. C. 1910.** Over den groei der Zuiderzee-mosselen. Versl. Staat. Nederl. Zeevisscherijen 1910, Extra Bijlage IV: 89-93, Tabellen 1-3
- Reusch T. B. H. 1994.** Factors structuring the *Zostera*- and *Mytilus*-community in the western Baltic: an experimental approach. Ber. Inst. Meeresk., Kiel, 254: 164 S.
- Reynolds C. S., Carling P. A., Beven K. J. 1991.** Flow in river channels: new insights into hydraulic retention. Arch. Hydrobiol., 121: 171-179
- Rüsgård H. U., Poulsen E. 1981.** Growth of *Mytilus edulis* in net bags transferred to different localities in a eutrophicated Danish fjord. Mar. Poll. Bull., 12 (8): 272-276
- Rodhouse P. G., Roden C. M., Burnell G. M., Hensey M. P., McMahon T., Ottway B., Ryan T. H. 1984.** Food resource, gametogenesis and growth of *Mytilus edulis* on the shore and in suspended culture. Killary Harbour, Ireland. J. mar. biol. Ass. U. K., 64: 513-529
- Ruth M. 1991.** Miesmuschelfischerei im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Ein Beispiel für die Problematik einer Fischerei im Nationalpark. In: Schutzgemeinschaft Deutsche Nordseeküste e. V. (Hsg.). Probleme der Muschelfischerei im Wattenmeer, Wilhelmshaven: 26-46
- Scheltema R. S. 1971.** The dispersal of the larvae of shoal-water benthic invertebrate species over long distances by ocean currents. In: Crisp, D.J. (Hsg.). Proc. 4th Europ. mar. biol. Symp.: 7-28
- Schütz L. 1964.** Die tierische Besiedlung der Hartböden in der Schwentinemündung. Kieler Meeresforsch. 20, 198-217
- Seed R. 1969.** The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settling. Oecologia, 3: 277-316
- Seed R., Suchanek T. H. 1992.** Population and community ecology of *Mytilus*. In: Gosling E. (Hsg.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetic and culture. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam: 87-169
- Seilert H. E. W. 1992.** Quantifizierung der hartsustratbewohnenden Fischnährtiere in der Elbe. Diplomarbeit, Math. nat. Fak. Univ. Kiel: 107 S.
- Senocak T. 1992.** Fischerei in der Untertrave und Einfluß des Brackwassers auf die Fischfauna - Zum Lebensraum Untertrave aus fischereibiologischer Sicht. In: Diehl, M. (Hsg.). Lübecker Bucht und Untertrave. Berichte des Vereins »Natur und Heimat« und des Naturhistorischen Museums zu Lübeck, 23/24: 62-75
- Sigurdsson J. B., Titman C. W., Davies P. A. 1976.** The dispersal of young post-larval bivalve molluscs by byssus threads. Nature, 262: 386-387
- Sprung M. 1983.** Reproduction and fecundity of the mussel *Mytilus edulis* at Helgoland (North Sea). Helg. wiss. Meeresunters., 36: 243-255
- Staatliches Fischereiamt Bremerhaven 1996a.** Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Niedersachsens und Bremens im Jahr 1995. Das Fischerblatt, 2: 42-46
- Staatliches Fischereiamt Bremerhaven 1996b.** Die kleine Hochsee- und Küstenfischerei Niedersachsens und Bremens im Jahr 1995. Das Fischerblatt, 3: 70-76
- Staske E., Weber J. 1993.** Die Trave ein bedrohter Lebensraum. BUND-Landesverband Schleswig-Holstein, Kiel: 102 S.

- Strömgren T. 1982.** Effect of heavy metals (Zn, Hg, Cu, Cd, Pb, Ni) on the length growth of *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 72: 69-72
- Stronkhorst J. 1992.** Trends in pollutants in blue mussel *Mytilus edulis* and flounder *Platichthys flesus* from two Dutch estuaries, 1985-1990. Mar. Pollut. Bull., 24: 250-258
- Sugiura Y. 1962.** Electrical induction of spawning in two marine invertebrates (*Urechis unicinctus*, hermaphroditic *Mytilus edulis*). Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole, 123: 203-206
- Theede H., Lassig J. 1967.** Comparative studies on cellular resistance of bivalves from marine and brackish waters. Helg. wiss. Meeresunters., 16: 119-129
- Thorson. G. 1946.** Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates, with special reference to the planktonic larvae in the sund (Øresund). (With a section on lamellibranch larvae by C. Barker Jørgensen). Meddr. Komm. Danm. Fisk.- og Havunders, Ser. Plankton, 5(4):1-114
- Verwey J. 1966.** The role of some external factors in the vertical migration of marine animals. Neth. J. Sea Res., 3: 245-266
- Wallis R. L. 1975.** Thermal tolerance of *Mytilus edulis* of eastern Australia. Mar. Biol., 30: 183-191
- Wellershaus S. 1981.** Turbidity maximum and mud shoaling in the Weser estuary. Arch. Hydrobiol., 92: 161-198
- Werner B. 1939:** Über die Entwicklung und Artunterscheidung von Muschellarven des Nordseeplanktons, unter besonderer Berücksichtigung der Schalenentwicklung. Zool. Jahrb., Abt. Anat., 66: 1-54
- Widdows J., Donkin P. 1992.** Mussels and environmental contaminants: Bioaccumulation and physiological aspects. In: Gosling E. (Hsg.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetic and culture. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam: 383-424
- Widdows J., Moore S. L., Clarke K. R., Donkin P. 1983.** Uptake, tissue distribution and elimination of [ $^{14}\text{C}$ ] naphthalene in the mussel *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 76: 109-114
- Wollast R., Duinker J. C. 1982.** General methodology and sampling strategy for studies on the behaviour of chemicals in estuaries. Thalassia Jugoslavica, 18: 471-491
- Wood L., Hargis W. J. 1971.** Transport of bivalve larvae in a tidal estuary. In: Crisp, D. J. (Hsg.). Proc. 4th Europ. mar. biol. Symp.: 29-45
- Worrall C. M., Widdows J. 1984.** Investigation of factors influencing mortality in *Mytilus edulis* L. Mar. Biol. Letters, 5: 85-97
- Yonge C. M. 1976.** The "mussel" form and habit. In: B. L. Bayne (Hsg.). Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Pres, Cambridge: 1-12
- Young G. A. 1983.** Response to, and selection between firm substrata by *Mytilus edulis*. J. mar. biol. Ass. U. K., 63: 653-659

## Anhang

## • Abbildungen 38-60

Legende für die Abbildungen 38-60:

Sand	
Schlick	
Muschelschill	
<i>Ruppia</i> -Bestände	
Blaualgen	
<i>Mya arenaria</i>	
<i>Ruppia</i> + <i>Mya</i>	
Muschelklumpen Zahl der Klumpen/m <sup>2</sup>	 12
Muschelcluster Deckungsgrad in %	 70%
Muschelbank	

## • Tabellen 10-23

Rohdaten aus den einzelnen Untersuchungen

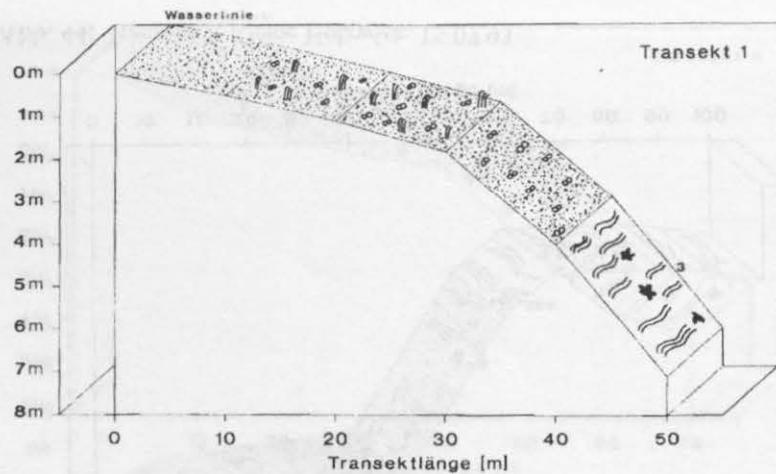


Abb. 38: Transekt 1, Große Holzwiek, 22.07.93.

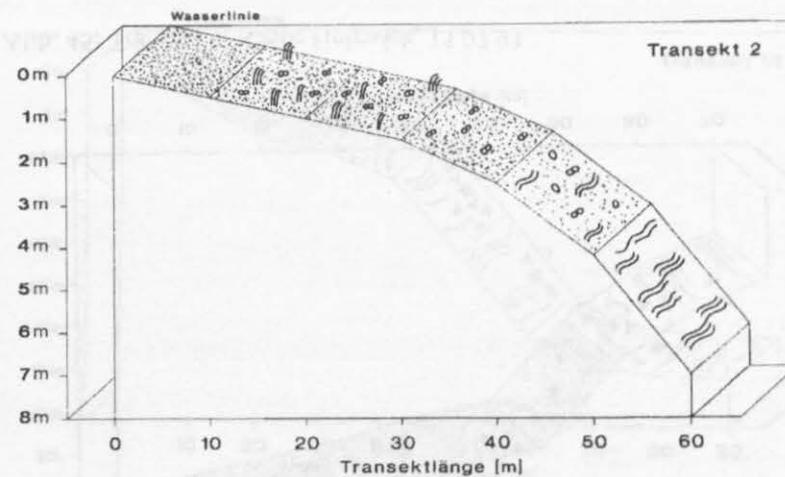


Abb. 39: Transekt 2, Große Holzwiek, 22.07.93.

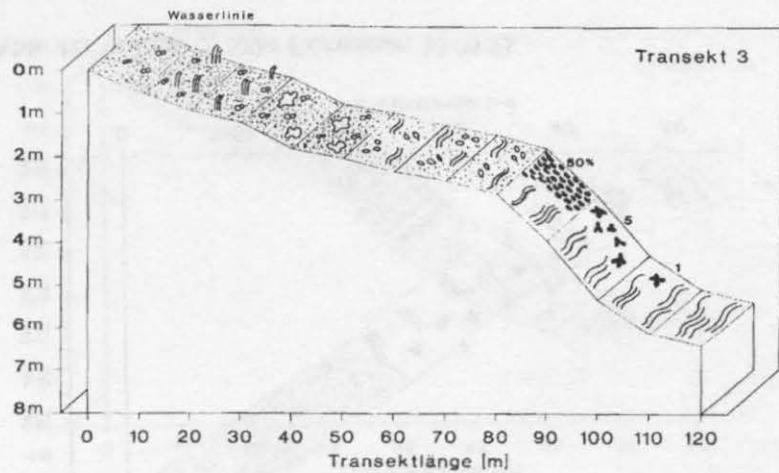


Abb. 40: Transekt 3, Große Holzwiek, 22.07.93.

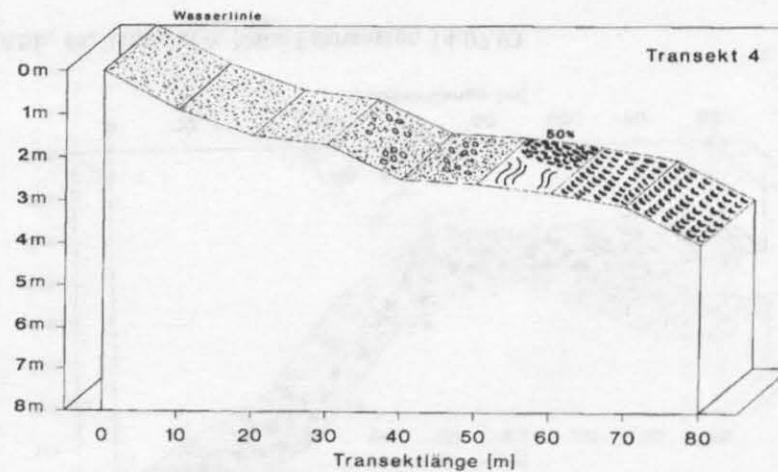


Abb. 41: Transekt 4, Nähe Fahrwasser, 30.06.93.

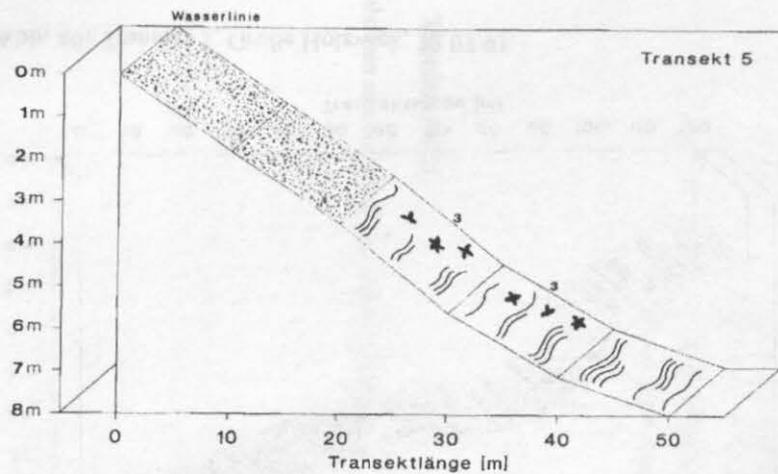


Abb. 42: Transekt 5, Nähe Fahrwasser, 30.06.93.

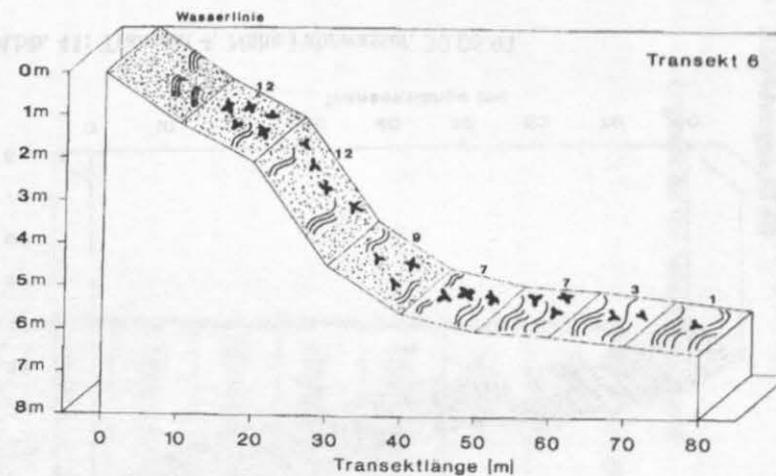


Abb. 43: Transekt 6, Nähe Fahrwasser, 14.07.93.

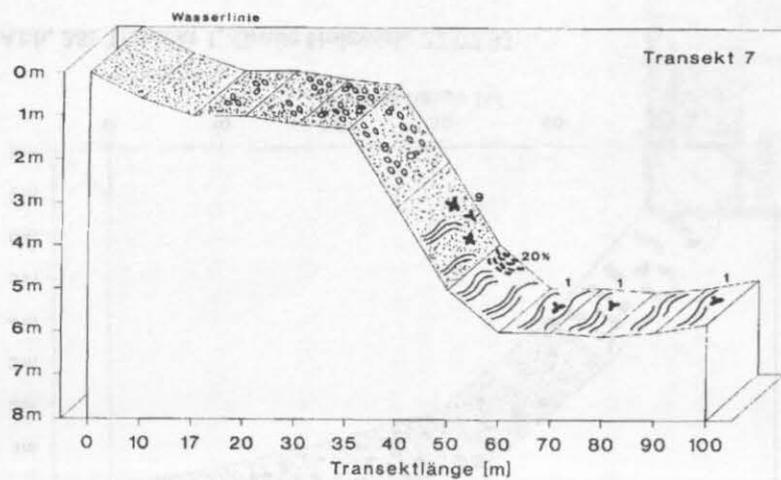


Abb. 44: Transekt 7, Kleine Holzwick, 15.07.93.

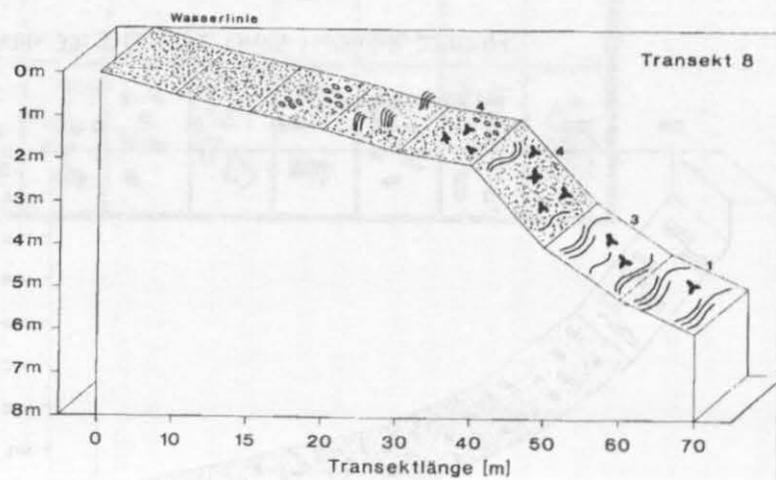


Abb. 45: Transekt 8, Kleine Holzwick, 15.07.93.

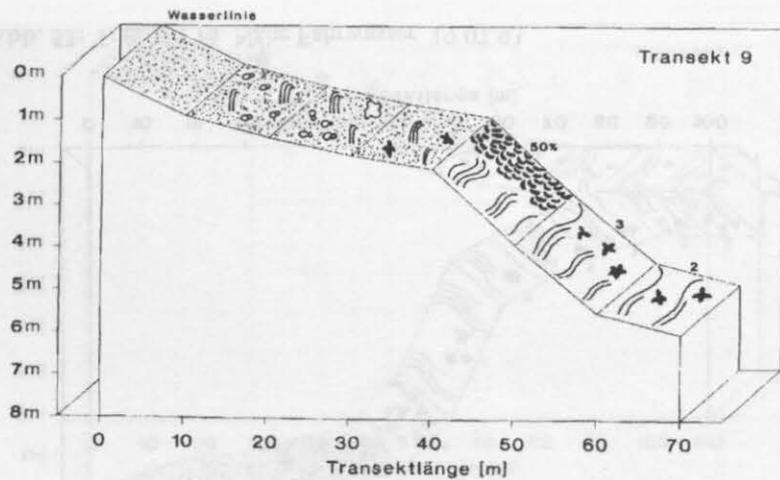


Abb. 46: Transekt 9, Kleine Holzwick, 15.07.93.

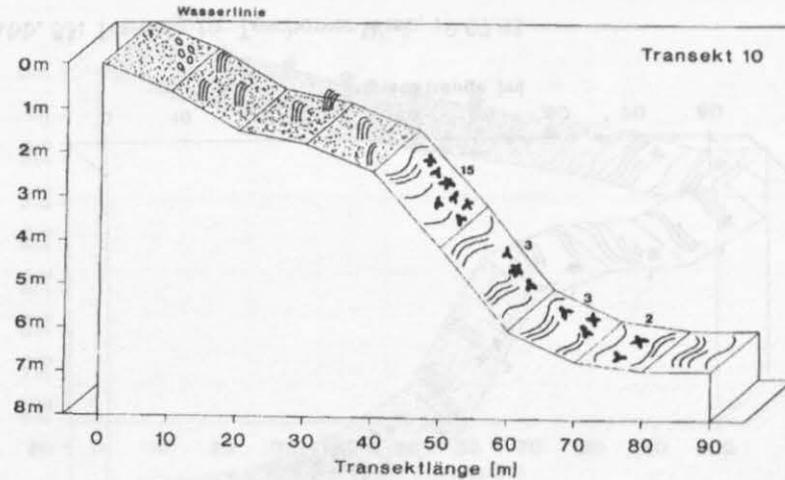


Abb. 47: Transekt 10, Kleine Holzwick, 15.07.93.

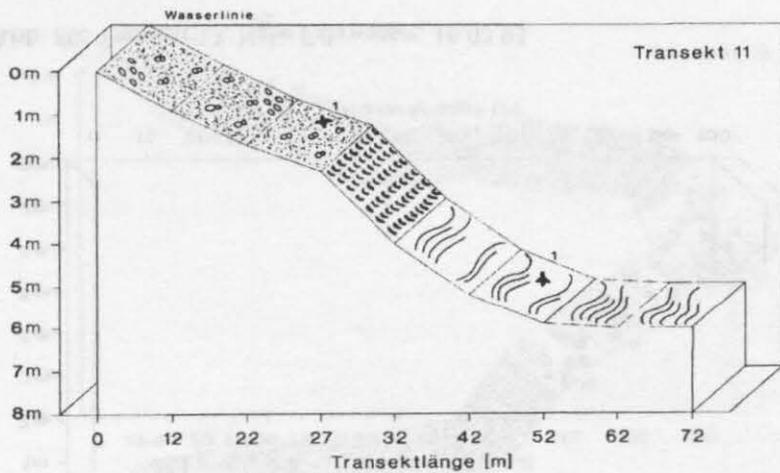


Abb. 48: Transekt 11, Nähe Fahrwasser, 16.07.93.

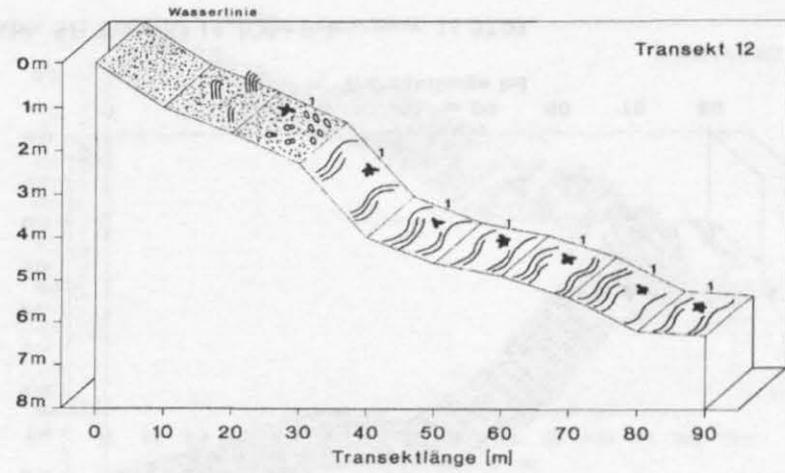


Abb. 49: Transekt 12, Nähe Fahrwasser, 16.07.93.

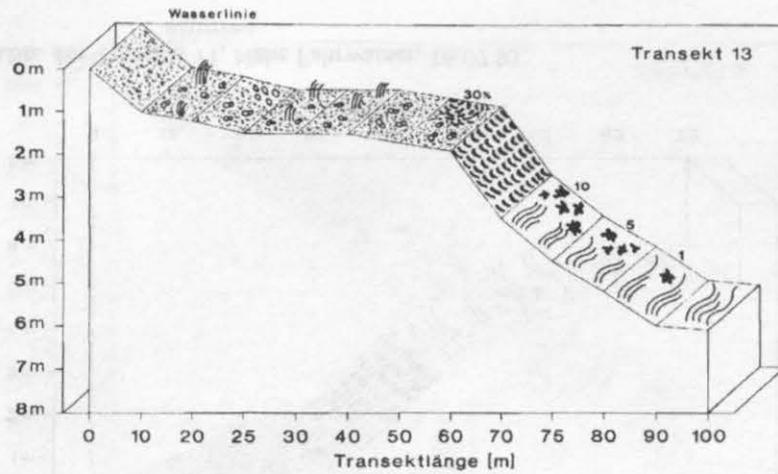


Abb. 50: Transekt 13, Nähe Fahrwasser, 16.07.93.

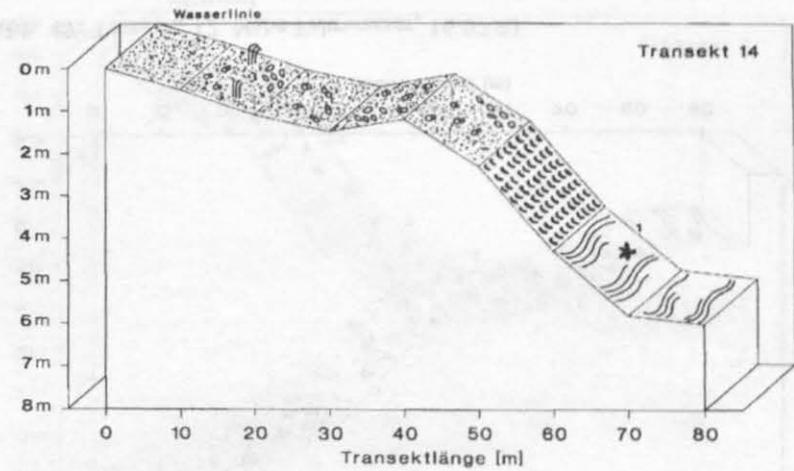


Abb. 51: Transekt 14, Nähe Fahrwasser, 16.07.93.

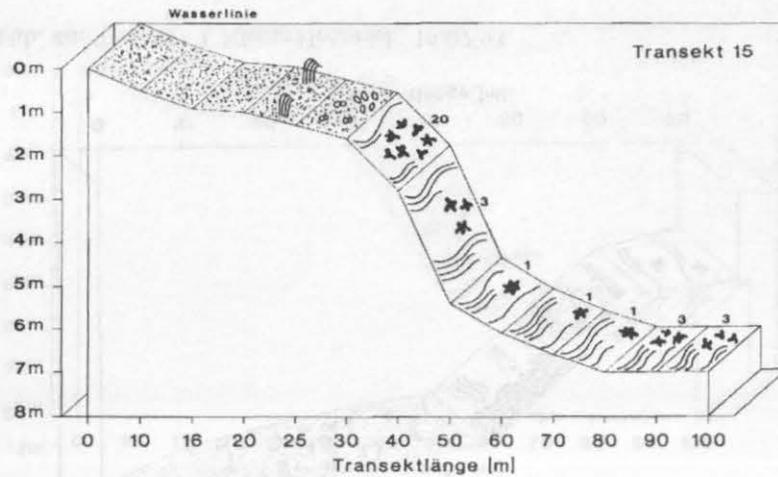


Abb. 52: Transekt 15, Nähe Fahrwasser, 19.07.93.

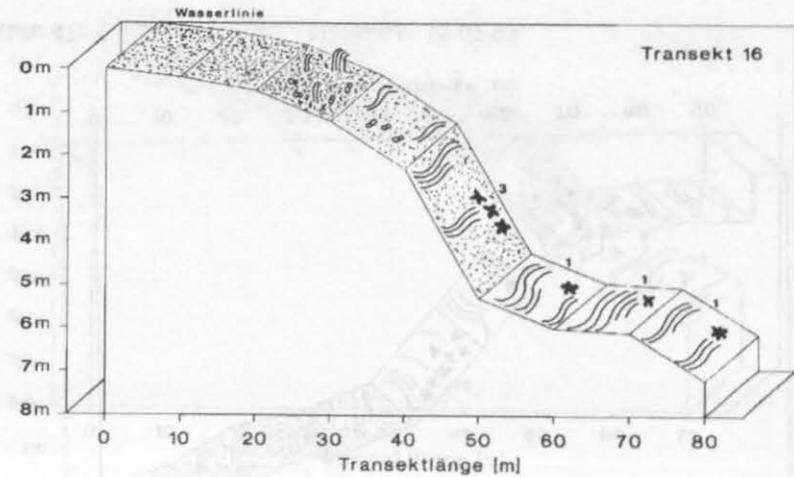


Abb. 53: Transekt 16, Teschower Wiek, 19.07.93.

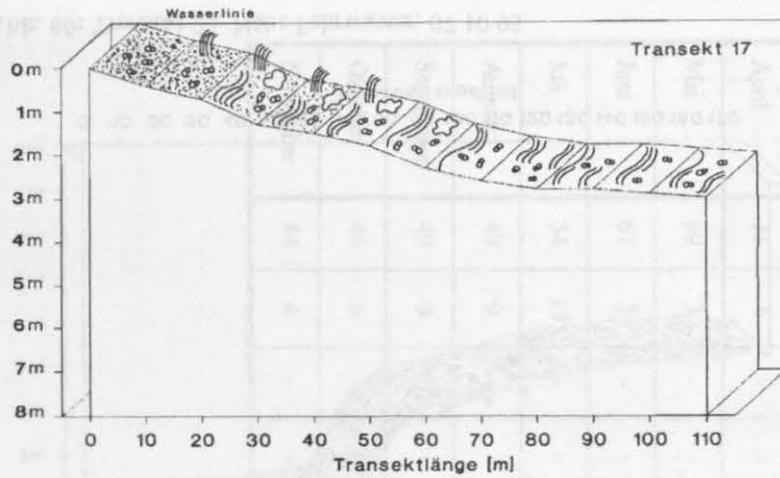


Abb. 54: Transekt 17, Teschower Wiek, 19.07.93.

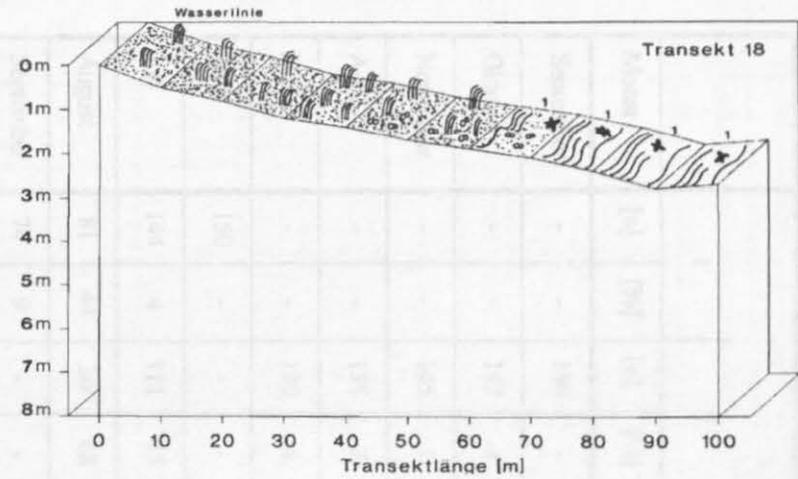


Abb. 55: Transekt 18, Teschower Wiek, 20.07.93.

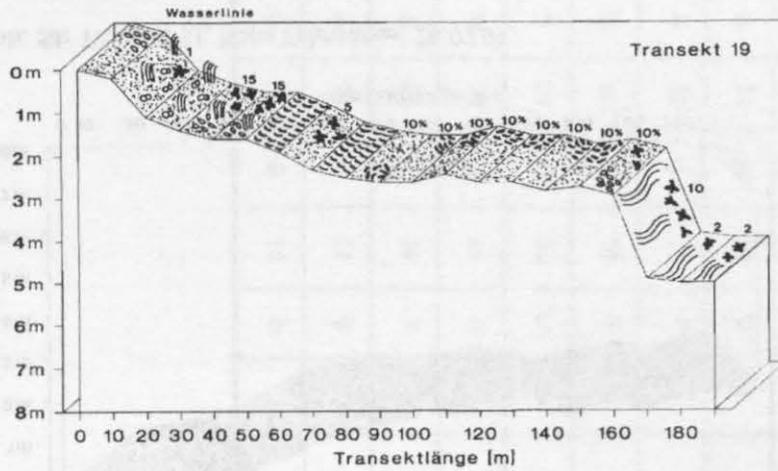


Abb. 56: Transekt 19, Nähe Fahrwasser, 20.07.93.

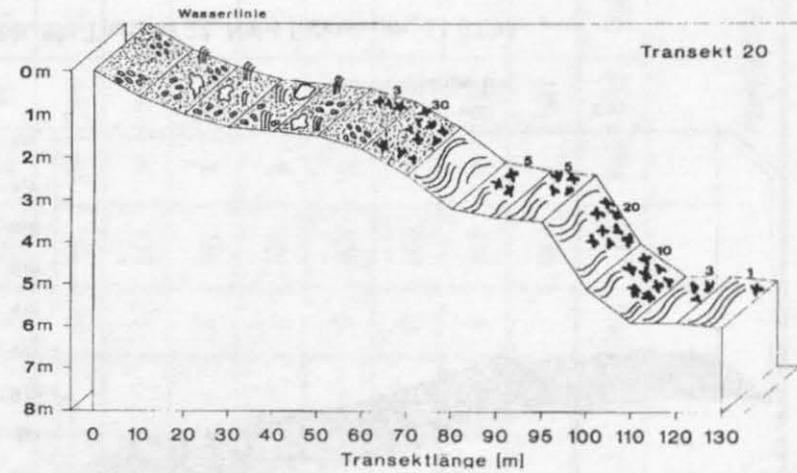


Abb. 57: Transekt 20, Nähe Fahrwasser, 20.07.93.

Tab. 10: Anzahl der ständigen Sporenformen in den verschiedenen Transekten des Versuches in 1993

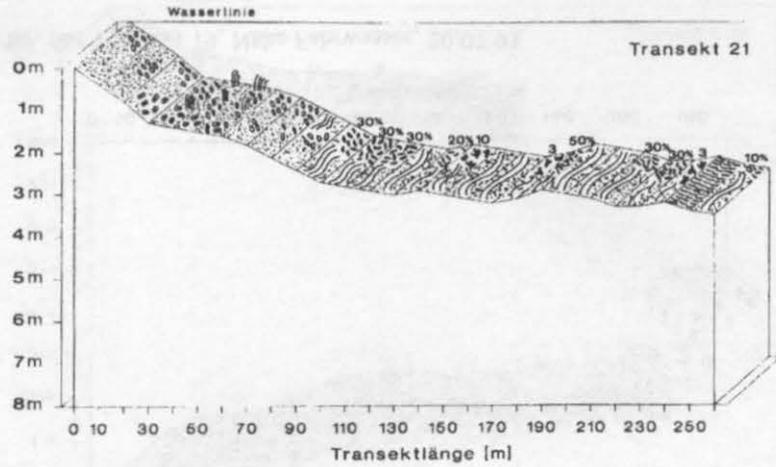


Abb. 58: Transekt 21, Nähe Fahrwasser, 20.07.93.

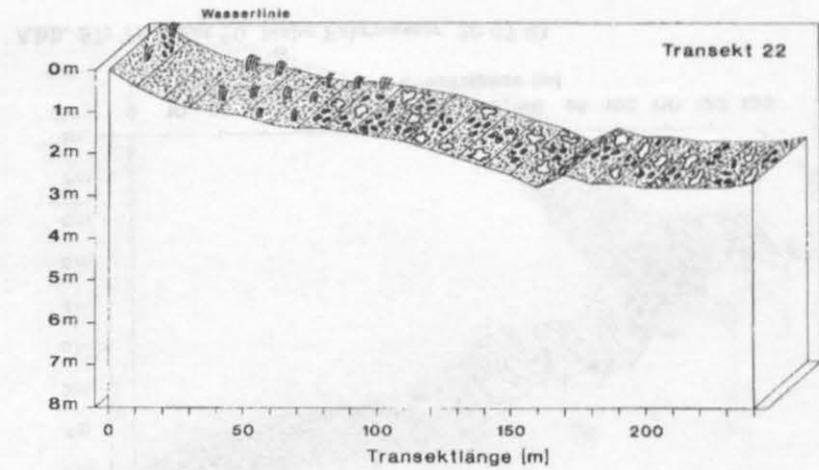


Abb. 59: Transekt 22, Nähe Fahrwasser, 21.07.93.

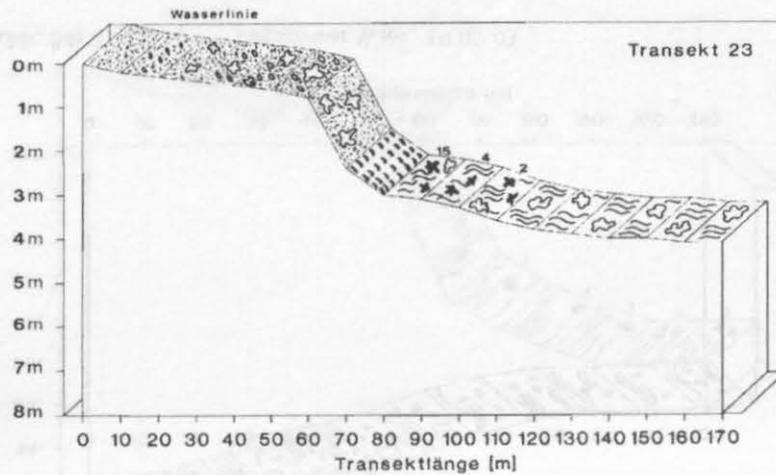


Abb. 60: Transekt 23, Nähe Fahrwasser, 07.10.93.

**Tab. 10:** Anzahl der zwischen September 1993 und November 1995 überlebenden Miesmuscheln [n] und prozentuale Verlustrate [%] gegenüber dem Vormonat in 6 Käfigen.

Monat	Muschelkäfig											
	1		1		2		3		4		5	
	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]
September	-	-	150	-	150	-	150	-	150	-	150	-
Oktober	-	-	147	4	144	4	144	4	149	1	142	3
November	-	-	145	1	143	1	136	6	130	13	-	-
April	-	-	135	7	125	13	127	7	128	2	-	-
Mai	-	-	130	4	102	18	117	8	121	5	-	-
Juni	150	-	-	-	99	3	116	1	119	2	-	-
Juli	144	4	111	15	92	7	111	4	113	5	-	-
August	81	44	36	68	27	71	34	69	26	77	-	-
September	74	9	-	-	24	11	33	3	24	8	-	-
Oktober	74	0	-	-	23	4	32	3	19	21	-	-
November	74	0	-	-	23	0	32	0	19	0	-	-
April	71	4	-	-	23	0	32	0	19	0	-	-
Mai	69	3	-	-	22	4	32	0	19	0	-	-
Juni	67	3	-	-	22	0	30	6	18	5	-	-
Juli	54	19	-	-	21	5	23	13	16	11	-	-
August	49	9	-	-	18	14	22	15	15	6	-	-
September	49	0	-	-	17	6	21	5	14	7	-	-
Oktober	46	6	-	-	16	6	21	0	14	0	-	-
November	44	4	-	-	16	0	21	0	14	0	-	-

**Tab. 11:** Abundanz [ $n/m^3$ ] und mittlere Schalenlänge [ $\mu m$ ] der in Planktonproben nachgewiesenen Muschellarven im September 1994 sowie zwischen Mai und November 1995 in Abhängigkeit von der Wassertiefe.

Datum	22.09.1994	24.05.1995	24.06.1995	23.07.1995	30.08.1995	28.09.1995	25.10.1995	23.11.1995
Tiefe [m]	Zahl der Muscheln [ $n/m^3$ ] Größe der Muscheln [ $\mu m$ ]							
<b>Teschower Wick</b>								
0	0,20 127	15,76 113	82,58 152	11,21 149	0 -	4,39 148	0 -	1,36 113
2	0 -	9,39 123	72,12 149	8,33 148	0 -	9,09 144	8,18 150	1,52 124
4	0 -	2,42 144	45,76 144	1,36 148	0 -	0 -	1,06 176	0,61 120
<b>Zwischen Teschower Wick und Kleiner Holzwick</b>								
0	0,10 118	0,91 168	0 -	8,64 148	0,30 176	7,27 146	0 -	0,45 143
2	1,57 118	1,82 168	12,27 132	9,24 127	0,15 137	4,70 147	0,15 176	0,61 120
4	0,29 118	2,73 147	67,58 152	1,67 140	0 -	5,00 156	0 -	0,61 106
6	0,29 124	8,03 149	105,91 154	2,12 152	0,15 137	3,03 145	0,15 137	0,45 110
<b>Große Holzwick</b>								
0	0,10 98	0,15 176	2,58 154	13,94 146	0 -	5,15 152	0 -	0,45 143
2	0 -	0 -	1,67 135	8,33 141	0 -	2,27 152	2,58 155	0,76 122
4	2,55 125	0 -	7,73 144	5,30 152	0,15 176	0,15 156	4,24 160	1,06 119
6	1,18 131	73,33 125	10,45 148	46,67 154	0,76 188	9,55 145	19,09 151	1,67 136

Tab. 12: Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen Larvensammlern angesiedelten *Axyllus echlis* im Jahr 1994.

Station	Tiefe [m]	Ertes Ausmaß-gungstadium	Austauschdatum	Azahl [n]	mittlere Größe [mm]
Tschowet Wick					
1	2	4	01.05.1994	0	0,422
			15.05.1994	0	0,583
			18.10.1994	4	0,422
2	4	3	01.05.1994	1	5,11
			18.10.1994	3	1,144
			08.07.1994	1	0,725
3	6	6	01.05.1994	0	0,568
			15.05.1994	0	0,314
			28.05.1994	2	0,438
zwischen Tschowet Wick und Kleiner Holzwick					
4	2	1	01.05.1994	0	1,224
			18.08.1994	7	0,216
			05.11.1994	1	0,216
4	4	4	01.05.1994	0	1,069
			14.05.1994	0	0,675
			18.08.1994	14	0,675
5	4	4	01.05.1994	0	1,069
			15.05.1994	0	0,675
			18.10.1994	2	0,569
6	6	6	01.05.1994	1	2,392
			15.05.1994	0	0,569
			18.10.1994	1	0,542
zwischen Kleiner Holzwick und Großer Holzwick					
8	2	2	01.05.1994	0	0,857
			11.06.1994	6	0,399
			08.07.1994	32	1,040
9	4	2	14.05.1994	0	0,918
			28.05.1994	2	0,598
			08.07.1994	242	0,918
10	6	6	14.05.1994	1	0,701
			28.05.1994	1	0,869
			14.06.1994	11	0,703
Große Holzwick					
12	2	2	01.05.1994	0	0,529
			14.05.1994	0	0,773
			19.10.1994	5	0,529
13	4	4	09.07.1994	0	0,49
			18.08.1994	4	0,505
			21.09.1994	3	0,49
14	6	6	09.07.1994	0	0,447
			18.08.1994	4	0,706
			21.09.1994	5	0,447

**Tab. 13:** Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen Larvensammlern angesiedelten *Mytilus edulis* im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbrütungsdatum	Austauschdatum						
			Anzahl [n] mittlere Größe [mm]						
<b>Teschower Wiek</b>									
1	2	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			1 0,118	10 0,562	3 0,321	-	-	-	-
1a	3	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			8 0,517	2 0,456	-	-	-	2 0,329	
2	4	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			1 1,975	11 0,532	2 1,013	-	-	-	-
2a	5	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			13 0,502	1 0,481	-	-	-	-	
3	6	25.04.1995	26.05.1995	-	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
-	-	-	verloren	verloren	-	-	-	-	
<b>zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwick</b>									
4	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	16 0,502	verloren	verloren	-	2 0,835	2 0,456
4a	3	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995		
			13 0,509	2 0,380	verloren	2 0,380	1 0,532	1 0,582	
5	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	45 0,532	7 0,416	verloren	-	2 0,911	3 0,371
5a	5	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995		
			45 0,471	7	verloren	-	2 0,835	3 0,456	
6	6	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	26 0,495	verloren	verloren	-	-	3 0,624
<b>zwischen Kleiner Holzwick und Großer Holzwick</b>									
8	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			1 0,148	50 0,527	3 0,464	verloren	-	-	1 0,354
8a	3	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			84 0,522	5 0,339	-	-	1 0,354	3 0,354	
9	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			1 0,222	134 0,502	verloren	-	-	4 0,880	-
9a	5	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			132 0,513	10 0,405	1 1,291	1 0,304	5 0,704	1 0,253	
10	6	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	verloren	8 0,554	-	1 0,456	4 0,753	1 0,304
<b>Große Holzwick</b>									
12	2	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			1 3,531	23 0,498	-	-	-	1 0,456	-
12a	3	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			26 0,546	-	-	-	-	1 0,278	
13	4	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			1 0,272	5 0,491	-	-	-	-	1 0,354
13a	5	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			24 0,485	verloren	2 1,696	-	-	2 0,253	
14	6	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			1 0,222	11 0,452	1 0,430	verloren	-	-	-

**Tab. 14:** Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen Larvensammlern angesiedelten *Afyra arenaria* im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbrütungsdatum	Austauschdatum						
			Anzahl [n] mittlere Größe [mm]						
<b>Teschower Wick</b>			26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
1	2	25.04.1995	-	-	1	-	-	-	-
			-	-	0,278	-	-	-	-
1a	3	26.05.1995		24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
				1	-	-	-	-	-
				0,608	-	-	-	-	-
2	4	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	4	-	-	-	-
			-	-	1,703	-	-	-	-
2a	5	26.05.1995		24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-
3	6	25.04.1995	26.05.1995			29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	verloren	verloren	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-
<b>zwischen Teschower Wick und Kleiner Holzwick</b>			25.05.1995	23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
4	2	25.04.1995	-	-	verloren	verloren	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-
4a	3	25.05.1995		23.06.1995	25.07.1995		27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
				1	1	verloren	-	2	1
				0,693	0,354	-	-	0,354	0,203
5	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995		27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	5	verloren	1	-	1
			-	-	1,159	-	0,278	-	0,481
5a	5	25.05.1995		23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	verloren	verloren	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-
6	6	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	verloren	verloren	-	-	1
			-	-	-	-	-	-	0,152
<b>zwischen Kleiner Holzwick und Großer Holzwick</b>			25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995		26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
8	2	25.04.1995	-	3	4	verloren	-	-	-
			-	0,456	0,411	-	-	-	-
8a	3	25.05.1995		23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
				3	12	-	-	-	-
				0,591	0,884	-	-	-	-
9	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995		29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	6	verloren	-	-	1	-
			-	0,536	-	-	-	0,304	-
9a	5	25.05.1995		23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
				7	18	-	-	-	-
				0,419	0,906	-	-	-	-
10	6	25.04.1995	25.05.1995		24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	verloren	6	-	2	-	-
			-	-	0,814	-	0,302	-	-
<b>Großer Holzwick</b>			25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
12	2	25.04.1995	-	-	2	-	-	-	-
			-	-	1,000	-	-	-	-
12a	3	25.05.1995		22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
				1	2	-	-	-	-
				0,684	0,987	-	-	-	-
13	4	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	1	3	-	-	-	-
			-	0,430	0,886	-	-	-	-
13a	5	25.05.1995		22.06.1995		29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
				2	verloren	3	-	-	-
				0,519	-	8,819	-	-	-
14	6	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995		26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	-	6	verloren	-	-	-
			-	-	1,207	-	-	-	-

Tab. 15: Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen Larvensammlern angesiedelten *Cerastoderma edule* im Jahr 1995.

Station	Liste [m]	Erstes Ausbrütungsdatum	Austauschdatum							
			Anzahl [n] mittlere Größe [mm]							
<b>Ieschower Wiek</b>										
1	2	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	3	-	-	-	-	-
1a	3	26.05.1995	-	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	3	-	-	-	-	-
2	4	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	2	5	-	-	-	-	-
2a	5	26.05.1995	-	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	0.494	0.446	-	-	-	-	-
3	6	25.04.1995	26.05.1995	-	17	-	-	-	-	
			-	-	0.317	-	-	-	-	-
<b>zwischen Ieschower Wiek und Kleiner Holzwick</b>										
4	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	-	verloren	verloren	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	-	-	-	1	-	-
4a	3	25.05.1995	-	23.06.1995	25.07.1995	-	verloren	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	14	-	-	-	-	-
5	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995	-	verloren	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	20	-	-	-	-	-
5a	5	25.05.1995	-	23.06.1995	-	verloren	verloren	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	0.500	-	-	-	-	-
6	6	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	-	verloren	verloren	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995
			-	-	-	-	-	-	-	-
<b>zwischen Kleiner Holzwick und Großer Holzwick</b>										
8	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995	-	verloren	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	-	12	-	-	-	-	-
8a	3	25.05.1995	-	23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	40	-	-	-	-	-
9	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	-	verloren	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	6	-	-	-	-	-	-
9a	5	25.05.1995	-	23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	1	25	2	-	-	-	-
10	6	25.04.1995	25.05.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	-	
			-	verloren	12	1	-	-	-	-
<b>Große Holzwick</b>										
12	2	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	10	-	-	-	-	-
12a	3	25.05.1995	-	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	1	5	-	-	-	-	-
13	4	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	23	3	-	-	-	-
13a	5	25.05.1995	-	22.06.1995	-	verloren	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	-	0.439	6.076	-	-	-	-
14	6	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	-	verloren	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995
			-	-	43	-	-	-	-	-

**Tab. 16:** Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen Larvensammlern angesiedelten nicht bestimmbar, kleineren Muscheln im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbringungsdatum	Austauschdatum							
			Anzahl [n] mittlere Größe [mm]							
<b>Teschower Wick</b>										
1	2	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
1a	3	26.05.1995		24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
				7	-	-	-	-	-	-
			0.166							
2	4	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	5	-	-	-	-	-	-
			-	0.162						
2a	5	26.05.1995		24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
				7	-	-	-	-	-	-
			-	0.156						
3	6	25.04.1995	26.05.1995			29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	verloren	verloren	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-
<b>zwischen Teschower Wick und Kleiner Holzwick</b>										
4	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	verloren	verloren	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-
4a	3	25.05.1995		23.06.1995	25.07.1995		27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
				-	-	verloren	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-
5	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995		27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	1	-	verloren	1	-	-	-
			-	0.139	-	-	0.152	-	-	-
5a	5	25.05.1995		23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
				-	verloren	verloren	1	-	1	-
			-	-	-	0.152	-	0.101	-	-
6	6	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	verloren	verloren	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-
<b>zwischen Kleiner Holzwick und Großer Holzwick</b>										
8	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995		26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	1	-	verloren	-	-	-	-
			-	0.152	-	-	-	-	-	-
8a	3	25.05.1995		23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
				-	1	-	-	-	-	-
			-	0.129	-	-	-	-	-	-
9	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995		29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	5	verloren	-	-	-	-	-
			-	0.152	-	-	-	-	-	-
9a	5	25.05.1995		23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
				7	-	-	1	-	2	-
			-	0.153	-	-	0.127	-	0.089	-
10	6	25.04.1995	25.05.1995		24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	verloren	-	-	-	-	-	2
			-	-	-	-	-	-	0.101	-
<b>Große Holzwick</b>										
12	2	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-
12a	3	25.05.1995		22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
				2	-	-	-	-	-	-
			-	0.152	-	-	-	-	-	-
13	4	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	1	-	-	-	-	-	-
			-	0.177	-	-	-	-	-	-
13a	5	25.05.1995		22.06.1995		29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
				-	verloren	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-
14	6	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995		26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	18	-	verloren	-	-	-	-
			-	0.149	-	-	-	-	-	-

**Tab. 17:** Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen Larvensammlern angesiedelten *Dreissena polymorpha* im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbrun- gungsdatum	Austauschdatum							
			Anzahl [n] mittlere Größe [mm]							
<b>Teschower Wick</b>										
1	2	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
1a	3	26.05.1995		24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
2	4	25.04.1995	26.05.1995	24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
2a	5	26.05.1995		24.06.1995	22.07.1995	29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
3	6	25.04.1995	26.05.1995			29.08.1995	27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	verloren	verloren	-	-	-	-	-
<b>zwischen Teschower Wick und Kleiner Holzwick</b>										
4	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	verloren	verloren	-	-	-	-
4a	3	25.05.1995		23.06.1995	25.07.1995		27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	-	verloren	-	-	-	-
5	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	25.07.1995		27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	-	verloren	-	-	-	-
5a	5	25.05.1995		23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	verloren	verloren	-	-	-	-
6	6	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995			27.09.1995	24.10.1995	22.11.1995	
			-	-	verloren	verloren	2	-	-	-
						1,544				
<b>zwischen Kleiner Holzwick und Großer Holzwick</b>										
8	2	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995	24.07.1995		26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	verloren	1	-	-	-
8a	3	25.05.1995		23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
9	4	25.04.1995	25.05.1995	23.06.1995		29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	verloren	2	-	-	-	-
9a	5	25.05.1995		23.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
10	6	25.04.1995	25.05.1995		24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	verloren	-	1	-	-	-	-
						3,747				
<b>Großer Holzwick</b>										
12	2	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	-	-	-	-	-
12a	3	25.05.1995		22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	1	1	-	-	-
13	4	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995	29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	1,823	8,861	-	-	-
13a	5	25.05.1995		22.06.1995		29.08.1995	26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	verloren	1	-	-	-	-
14	6	25.04.1995	25.05.1995	22.06.1995	24.07.1995		26.09.1995	23.10.1995	21.11.1995	
			-	-	-	5,063	3	-	-	-
						6,034				

**Tab. 18:** Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen zusätzlich ausgebrachten und 14-tägig beprobten Larvensammlern angesiedelten *Mytilus edulis* im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbrü- ngungsdatum	Austauschdatum			
			Anzahl [n]	mittlere Größe [mm]		
<b>Leschower Wiek</b>						
1	2	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	8	-	-
				0,358	-	-
1a	3	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
2	4	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	2	-	-
			-	0,367	-	-
2a	5	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			2	2	-	-
			0,62	0,329	-	-
3	6	24.06.1995	verloren	verloren	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>zwischen Leschower Wiek und Kleiner Holzwiek</b>						
4	2	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			-	verloren	verloren	-
			-	-	-	-
4a	3	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			-	verloren	verloren	-
			-	-	-	-
5	4	24.06.1995	14.07.1995	25.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			1	5	-	-
			0,329	0,451	-	-
5a	5	24.06.1995	14.07.1995		10.08.1995	29.08.1995
			1	verloren	1	-
			0,354	-	1,19	-
6	6	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			2	verloren	verloren	-
			0,456	-	-	-
<b>zwischen Kleiner und Großer Holzwiek</b>						
8	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		29.08.1995
			2	17	verloren	-
			0,329	0,442	-	-
8a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			3	6	4	-
			0,388	0,342	0,873	-
9	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			3	2	2	-
			0,388	0,43	0,949	-
9a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			4	5	1	-
			0,361	0,501	0,228	-
10	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			3	2	1	-
			0,312	0,494	0,633	-
<b>Große Holzwiek</b>						
12	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			2	3	-	-
			0,494	0,464	-	-
12a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		29.08.1995
			-	1	verloren	-
			-	0,405	-	-
13	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			1	10	-	-
			0,456	0,441	-	-
13a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			2	25	-	-
			0,532	0,39	-	-
14	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		
			1	-	verloren	verloren
			0,354	-	-	-

Tab. 19: Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen, zusätzlich ausgebrachten und 14-tägig beprobten Larvensammlern angesiedelten *Mya arenaria* im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbringungsdatum	Austauschdatum			
			Anzahl [n]	mittlere Größe [mm]		
Ieschower Wick						
1	2	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	1	-	-
			-	0,304	-	-
1a	3	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			3	-	-	-
			0,321	-	-	-
2	4	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			2	-	-	-
			0,316	-	-	-
2a	5	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			2	-	-	-
			0,405	-	-	-
3	6	24.06.1995	verloren	verloren	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
zwischen Ieschower Wick und Kleiner Holzwick						
4	2	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			4	verloren	verloren	-
			0,797	-	-	-
4a	3	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			4	verloren	verloren	-
			0,449	-	-	-
5	4	24.06.1995	14.07.1995	25.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			5	1	-	1
			0,42	0,253	-	1,57
5a	5	24.06.1995	14.07.1995		10.08.1995	29.08.1995
			5	verloren	2	-
			0,435	-	0,886	-
6	6	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			4	verloren	verloren	-
			0,418	-	-	-
zwischen Kleiner und Großer Holzwick						
8	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		29.08.1995
			7	2	verloren	-
			0,658	0,354	-	-
8a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			7	1	1	-
			0,6	0,354	0,683	-
9	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			4	-	-	-
			0,5	-	-	-
9a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			6	1	1	-
			0,473	0,557	0,304	-
10	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			5	-	-	-
			0,425	-	-	-
Großer Holzwick						
12	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			2	-	1	-
			0,494	-	0,709	-
12a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		29.08.1995
			2	-	verloren	-
			0,456	-	-	-
13	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			3	1	5	-
			0,43	0,304	0,618	-
13a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			3	5	1	-
			0,54	0,329	0,582	-
14	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		
			4	-	verloren	verloren
			0,373	-	-	-

Tab. 20: Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen, zusätzlich ausgebrachten und 14-tägig beprobten Larvensammlern angesiedelten *Cerastoderma edule* im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbrun- gungsdatum	Austauschdatum			
			Anzahl [n]		mittlere Größe [mm]	
Ieschower Wick						
1	2	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	11	-	-
			-	0,474	-	-
1a	3	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	11	2	-
			-	0,414	1,899	-
2	4	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			1	10	1	-
			0,658	0,352	1,266	-
2a	5	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			1	7	1	-
			0,38	0,354	1,848	-
3	6	24.06.1995	verloren	verloren	11.08.1995	29.08.1995
					2	-
					1,063	-
zwischen Ieschower Wick und Kleiner Holzwick						
4	2	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			-	verloren	verloren	-
			-			-
4a	3	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			-	verloren	verloren	-
			-			-
5	4	24.06.1995	14.07.1995	25.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			2	17	1	-
			0,506	0,457	1,342	-
5a	5	24.06.1995	14.07.1995		10.08.1995	29.08.1995
			2	verloren	1	-
			0,418		0,759	-
6	6	24.06.1995	14.07.1995			29.08.1995
			1	verloren	verloren	1
			0,253			0,759
zwischen Kleiner und Großer Holzwick						
8	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		29.08.1995
			1	22	verloren	-
			0,38	0,556		-
8a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	12	2	-
			-	0,494	2,658	-
9	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			4	29	3	-
			0,348	0,513	0,785	-
9a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			4	36	2	-
			0,392	0,446	1,19	-
10	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			5	49	1	-
			0,461	0,388	1,165	-
Große Holzwick						
12	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	5	1	-
			-	0,537	0,38	-
12a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		29.08.1995
			2	-	verloren	-
			0,354	-		-
13	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			3	6	-	-
			0,338	0,439	-	-
13a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			3	22	1	-
			0,397	0,405	0,506	-
14	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995		
			2	26	verloren	verloren
			0,595	0,375		

**Tab. 21:** Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen, zusätzlich ausgebrachten und 14-tägig beprobten Larvensammlern angesiedelten nicht bestimmbar, kleineren Muscheln im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbrin- gungsdatum	Austauschdatum			
			Anzahl [n]	mittlere Größe [mm]		
<b>Teschower Wiek</b>						
1	2	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
1a	3	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
2	4	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
2a	5	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
3	6	24.06.1995	verloren	verloren	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
<b>zwischen Teschower Wiek und Kleiner Holzwick</b>						
4	2	24.06.1995	14.07.1995	-	verloren	verloren
			-	-	-	-
4a	3	24.06.1995	14.07.1995	1	verloren	verloren
			0,177	-	-	-
5	4	24.06.1995	14.07.1995	25.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	1	-	-
5a	5	24.06.1995	14.07.1995	0,152	10.08.1995	29.08.1995
			2	verloren	-	-
			0,165	-	-	-
6	6	24.06.1995	14.07.1995	3	verloren	verloren
			0,16	-	-	-
<b>zwischen Kleiner und Großer Holzwick</b>						
8	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	-	verloren
			-	-	-	-
8a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
9	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
9a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
10	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
<b>Große Holzwick</b>						
12	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
12a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	-	verloren
			-	-	-	-
13	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
13a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
14	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	-	verloren
			-	-	-	-
			-	-	verloren	verloren

**Tab. 22:** Menge [n] und mittlere Größe [mm] der auf den einzelnen, zusätzlich ausgebrachten und 14-tägig beprobten Larvensammlern angesiedelten *Dreissena polymorpha* im Jahr 1995.

Station	Tiefe [m]	Erstes Ausbrin- gungsdatum	Austauschdatum			
			Anzahl [n]	mittlere Größe [mm]		
<b>Ieschower Wiek</b>						
1	2	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
1a	3	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	1
			-	-	-	0,759
2	4	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
2a	5	24.06.1995	14.07.1995	22.07.1995	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
3	6	24.06.1995	verloren	verloren	11.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>zwischen Ieschower Wiek und Kleiner Holzwiek</b>						
4	2	24.06.1995	14.07.1995	verloren	verloren	29.08.1995
			-	-	-	1
			-	-	-	0,835
4a	3	24.06.1995	14.07.1995	verloren	verloren	29.08.1995
			-	-	-	-
5	4	24.06.1995	14.07.1995	25.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
5a	5	24.06.1995	14.07.1995	verloren	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
6	6	24.06.1995	14.07.1995	verloren	verloren	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>zwischen Kleiner und Großer Holzwiek</b>						
8	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	verloren	29.08.1995
			-	-	-	1
			-	-	-	3,038
8a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	1
			-	-	-	1,342
9	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
9a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
10	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
<b>Große Holzwiek</b>						
12	2	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	1
			-	-	-	1,316
12a	3	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	verloren	29.08.1995
			-	-	-	-
13	4	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
13a	5	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	10.08.1995	29.08.1995
			-	-	-	-
			-	-	-	-
14	6	24.06.1995	13.07.1995	24.07.1995	verloren	verloren
			-	-	-	-
			-	-	-	-

Tab. 23: Anzahl der auf den Ziegeln angesiedelten Muscheln 1995.

Wassertiefe	Erstes Ausbringungsdatum	Einholdatum Anzahl Muscheln [n]		
		25.07.1995	11.08.1995	28.09.1995
<i>Mytilus edulis</i>				
2m		-	-	-
		-	-	-
3m		-	-	-
		-	-	-
4m		-	-	-
		-	-	-
5m		-	-	-
		-	-	-
6m		-	-	-
		-	-	-
<i>Cerastoderma lamarcki</i>				
2m		-	2	-
		-	-	-
3m		-	10	-
		-	-	-
4m		-	2	1
		-	1	-
5m		2	3	-
		-	-	-
6m		-	1	-
		-	-	-
<i>Mya arenaria</i>				
2m		-	1	-
		-	-	-
3m		-	4	-
		-	-	-
4m		-	1	-
		-	-	-
5m		-	3	1
		-	-	-
6m		-	4	-
		-	1	-