

Über das Festsetzen der Larven und die Bohrtätigkeit der Jugendstadien von *Polydora ciliata* (Polychaeta sedentaria)

Von Christine Hempel

*Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel
und der Biologischen Anstalt Helgoland, List*

(Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen im Text)

Das Bohren von *Polydora ciliata* in Stein und Molluskenschalen ist, wie frühere Untersuchungen erwiesen (HEMPEL 1957, dort auch Literaturübersicht) ein Spezialfall des bei den Spioniden weit verbreiteten Eingrabens in mehr oder weniger feste Böden. Dies zeigte ein Vergleich der Arbeitsweisen von vier in ihren Sedimentansprüchen sehr unterschiedlichen *Polydora*-Arten und eine genaue Untersuchung des Werkzeuges, der Bohrlöcher und des angebohrten Materials. So wie die in Sand, Mudd oder Ton siedelnden Arten, stellt auch *Polydora ciliata* ihre Höhlungen in harten Kalksubstanzen mit Hilfe der Borsten des fünften Segmentes mechanisch her.

Bisher waren jedoch nur Aussagen über die Bohrtätigkeit adulter Tiere möglich. Die bereits von HANNERZ (1956) diskutierte Frage, ob die festsetzungsreifen Larven „chemisch“ bohren, war noch unbeantwortet geblieben.

Im folgenden sollen daher einige Freiland- und Aquarienversuche geschildert werden, die über das Verhalten der Jugendstadien von *Polydora ciliata* beim Festsetzen und über die Anlage der ersten Wohnröhre Aufschluß geben.

Methoden und Material

Die vorliegenden Beobachtungen wurden zum größten Teil im Frühjahr und Sommer 1958 gesammelt. Da bei allen früheren Aquarienversuchen die Larven von *Polydora ciliata* starben oder nach kurzer Zeit Mißbildungen aufwiesen und es bisher nicht gelungen war, bei ihnen die Metamorphose zu induzieren (HEMPEL 1957, Wilson 1928), wurden nun vor allem Experimente im Freiland durchgeführt, bei denen das Festsetzen unter natürlichen Bedingungen erfolgen konnte.

Herrn Prof. Dr. A. REMANE verdanke ich Anregungen zu diesen Versuchen und eine Unterstützung, welche die Durchführung ermöglichte. Der Wasserschiffahrtsdirektion Kiel danke ich vielmals für die großzügige Erlaubnis, an mehreren Ausfahrten in die Kieler Bucht teilnehmen zu dürfen.

Von März bis Oktober sind die Larven von *P. ciliata* (die Bestimmung der Art erfolgte nach HANNERZ 1956) im Plankton der Kieler Bucht (BANSE 1955, LESCHKE 1903, SÖDERSTRÖM 1920) und des Königshafens von Sylt (eigene Beobachtungen aus den Jahren 1955—1958) recht häufig. In den Jahren 1954—1958 stellte ich maximales Vorkommen im Kieler Hafen im April und Mai fest. Zu diesem Zeitpunkt wurden 1958 mit Holz- und Gesteinsplatten versehene kreuzförmige Konstruktionen (Abb. 1) von zwei Brücken im Bereich der Kieler Bucht (Parkhotelbrücke im Kieler Hafen, Anlegerbrücke

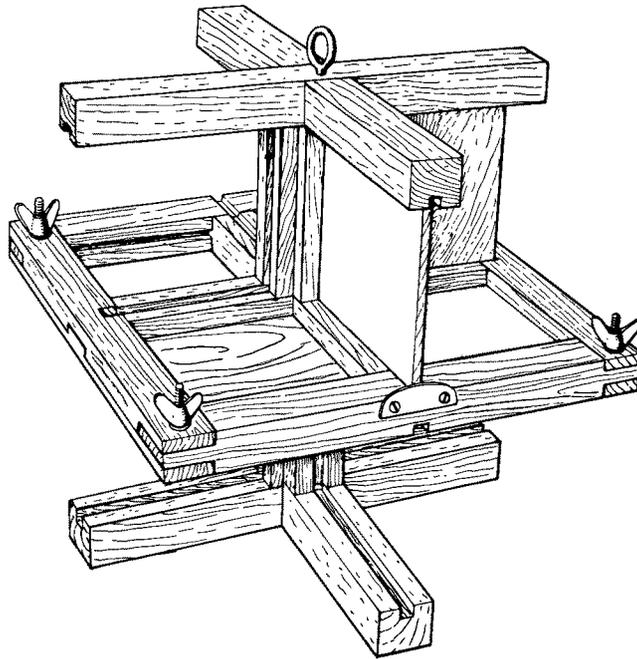


Abb. 1. Versuchsgestell mit 3 eingesetzten Platten, Gesamthöhe 30 cm. Das Holzgestell wurde mit Bootslack mehrfach gestrichen. Für alle Schrauben wurde Messing verwendet.

von Schleimünde) und im Königshafen von Sylt ins Wasser gehängt und nach Möglichkeit in Abständen von 2—4 Wochen kontrolliert. Ein weiteres Gestell wurde für vier Monate bei Mellum in der Außenjade angebracht; *Polydora*-Befall war dort jedoch nicht festzustellen, obwohl adulte Tiere in der Nähe der Versuchstation gesammelt wurden und auch die Larven im Plankton (reichliches Vorkommen im letzten Märzdrittel 1956) auftreten. (Eigene Beobachtungen aus den Jahren 1954 und 1957 und mündliche Mitteilung von Herrn Dr. KORN.)

Wie Abb. 1 zeigt, trägt jedes der Holzgestelle 12 Platten ($10 \times 10 \times 1,5$ cm) in drei zu einander senkrechten Ebenen. Für die vier leicht auswechselbaren Platten jeder Ebene wurde Holz, glatt lasierte Kachel, Kreide und Solhofer Kalkschiefer gewählt. Ihr handliches Format läßt eine Untersuchung in flachen Schalen unter dem Binokular zu, ohne daß der Bewuchs dabei beschädigt wird.

Vor allem liegt der Vorteil unserer Versuchsanordnung aber darin, daß man mehrere Faktoren, die für das Festsetzen von Larven eine Rolle spielen können, gleichzeitig berücksichtigen und beliebig mit einander kombinieren

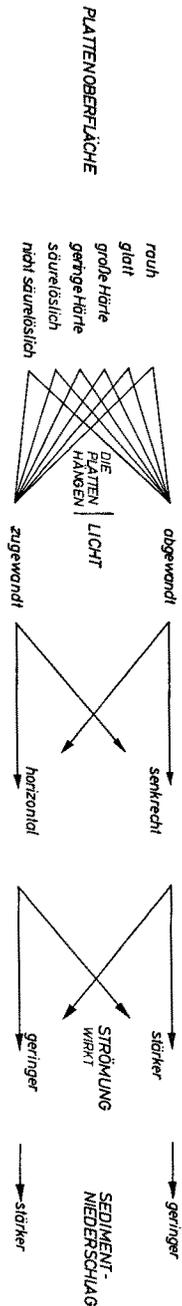


Abb. 2. Mehrere Faktoren, welche für die Ansiedlung mariner Larven eine Rolle spielen, lassen sich durch die Wahl verschiedenen Materials für die Bewuchsplatten und durch deren Anordnung in 3 Ebenen miteinander kombinieren.

kann (Abb. 2). So bietet das unterschiedliche Material der Platten verschiedene rauhe Flächen und leistet der mechanischen und chemischen Beanspruchung des Wassers und der Bohrorganismen ungleichen Widerstand. Durch die Anordnung in drei Ebenen erhalten wir eine dem Licht zugewandte und eine beschattete Seite. Außerdem zeigten bereits frühere Versuche, daß für die

Besiedlung sekundärer Hartböden deren Lage zur Schwerkraft eine wichtige Rolle spielen kann. HOPKINS (1935) z. B. beobachtete hundertmal soviel Larven von *Ostrea lurida* auf horizontalen als auf vertikal hängenden Platten. Für die Bryozoen *Acanthodesia tenuis* und *Electra hastingsea* wiesen POMERAT und REINER (1942) ebenfalls eine deutliche Bevorzugung der Horizontalen nach. — Wesentlich ist auch, daß die Ansatzflächen unserer Platten ungleich der Strömung und der Ablagerung von Sinkstoffen ausgesetzt sind (s. S. 87 und 88).

Versuche zur Ansiedlung mariner Organismen auf freihängenden Platten, Steinen, Tonnen und an Schiffskörpern sind bereits recht häufig durchgeführt worden. Für unser Gebiet sind vor allem die Untersuchungen von HENTSCHEL (1916) im Hamburger Hafen zu nennen, bei denen auch die Mikrofauna gesammelt und bearbeitet wurde. CASPERS (1949 u. 1954) untersuchte Bewuchsgemeinschaften an Tonnen und Pfählen im Nordseegebiet. KÜHL (1949 u. 1954) verdanken wir Experimente über die Wirkung von Schiffsanstrichen und die Besiedlung von Bewuchsplatten in verschiedenen Häfen der Nord- und Ostsee.

Das „Sukzessionsproblem“ wird u. a. auch in den Arbeiten von COE (1932), COE und ALLEN (1937), PIERRON und HUANG (1926), SCHEER (1945), SHELFORD (1930) und von VISSCHER (1930) berücksichtigt. — Die Bedeutung, welche der Ausbildung eines sogenannten „Schleimfilmes“ (primary film), bestehend aus marinen Bakterien, Diatomeen und anderen Mikroorganismen für die Ansiedlung von Bewuchs zukommt, ist in den Arbeiten von MILLER, RAPEAN u. WHAEDON (1948) und von ZOBELL (1938 und 1939) dargestellt. Eine ausführliche Literaturübersicht soll später, im Zusammenhang mit weiteren Versuchsergebnissen über die Besiedlung von Platten in der Kieler Bucht, gegeben werden.

Freiland- und Aquarienbeobachtungen zur Entwicklung und zum Verhalten der Jugendstadien

Über die Besiedlung der Versuchsplatten wird hier nur in soweit berichtet, als es für das Verhalten der *Polydora*-Larven beim Festsetzen von Interesse ist. Alle übrigen Beobachtungen sollen später dargestellt werden.

I. Versuche in List auf Sylt

Die Anlegerbrücken des Ellenbogen auf Sylt, an dem zwei Gestelle am seewärts gerichteten Ende ausgehängt waren, reicht ungefähr 50 m vom Strand ins Königshafenwatt hinein. Der Wasserstand bei mittlerem Niedrigwasser beträgt an der Versuchsstelle 1,50 m, der Tidenhub etwa 1,6 m. Bei Winden aus süd-westlichen Richtungen waren die Platten der Brandung ausgesetzt. Vom Pfahlbewuchs losgerissene Büschel von *Fucus mytili* und *Mytilus edulis* und von den benachbarten Muschelbänken herübergewanderte Mollusken bedecken stellenweise den feinsandigen Wattboden. Eingehohrt in die Conchylien ist *Polydora ciliata* hier seit Jahren häufig. Ein Massenvorkommen dieser Spionide liegt auf den alten Austernbänken seewärts vor List und erklärt den zeitweilig großen Anfall von Larven im Plankton.

Versuchsgestell 1

Das Versuchsgestell 1 wurde am 30. April 1958 angebracht und am 6. Juni zum ersten Male aufgeholt. Auf allen Platten war zu diesem Zeitpunkt *Balanus balanoides* als Hauptsiedler, jedoch in unterschiedlicher Siedlungsdichte, und am zweithäufigsten *Polydora ciliata* zu registrieren. Besonders die Plat-

tenränder waren außerdem dicht mit *Enteromorpha* und *Laomedea flexuosa* bewachsen. Vereinzelt trat *Litorina litorea* auf. Die Wassertemperatur stieg während der ersten Versuchswochen (30. 4.—14. 6.) von 7,3° auf 14,5° C.

Tabelle 1

	<i>Balanus</i> ¹⁾	<i>Polydora</i>	<i>Polydora/Balanus</i> ¹⁾
Platte 1—4 (horizontal)			
1 Kachel	1200	72	6 ‰
2 Solnhofer	1600	60	4 ‰
3 Holz	1200	84	7 ‰
4 Kreide	800	26	3 ‰
Platte 5—8 (senkrecht, beschattet)			
5 Kachel	1000	64	6 ‰
6 Solnhofer	800	51	6 ‰
7 Holz	1000	74	7 ‰
8 Kreide (ausgefallen)	—	—	—
Platte 9—12 (senkrecht belichtet)			
9 Kachel	250	22	9 ‰
10 Solnhofer	500	35	7 ‰
11 Holz	300	28	9 ‰
12 Kreide (ausgefallen)	—	—	—

Wie Tabelle 1 zeigt, ist die Häufigkeit von *Polydora ciliata* bei diesen Versuchen deutlich abhängig von der Siedlungsdichte der Balaniden und vom Lichteinfall. Auf den beschatteten Platten ist der Polychaet viel zahlreicher als auf den lichtzugewandten Flächen, offenbar bedingt durch die stärkere Ansiedlung von *Balanus* (STUBBINGS 1953); die Häufigkeit der Würmer, bezogen auf die Befallsdichte der Seepocken nimmt nämlich auf der Schattenseite ab. (Vgl. Platte 5 und Platte 9 in Tab. 1.) Ob die horizontal orientierten Platten gegenüber den vertikalen bevorzugt werden, können erst weitere Versuche entscheiden. Die verschiedene Beschaffenheit der Plattenoberflächen hatte auf die Häufigkeit von *Balanus* (vgl. VISSCHER 1928) jedoch nur indirekt auf die Ansiedlung von *Polydora* Einfluß. Nur dort, wo die Solnhofer Platten Unebenheiten aufwiesen, und bei einer zersprungenen Platte entlang dem Riß hatte sich *Polydora* auch außerhalb der Balanidenkolonien festgesetzt, sonst zwischen oder auf den kleinen Kalkschildern (KÜHL 1954). Dies bestätigte frühere Beobachtungen, die gezeigt hatten, daß auf Steinen und Molluskenschalen die skulpturierten Stellen immer zuerst und am dichtesten besiedelt werden. Hier finden die Larven offenbar die besten Möglichkeiten, zum Bodenleben überzugehen, in gleicher Weise, wie z. B. die Larven von *Ophelia bicornis* auf Grobsand. (WILSON 1947 und 1950.)

Die Polydoren, die Anfang Juni, also ungefähr fünf Wochen nachdem die Gestelle ausgehängt waren, auf den Platten gesammelt werden konnten, waren 19—24 Segmente groß. Das Stadium mit 19 Borsten- und einem großen Analsegment wurde von WILSON (1928) ausführlich beschrieben. Die jüngsten bei unseren Versuchen beobachteten Larven stimmen mit diesen ältesten planktonischen Formen WILSONS überein. Die 4—5 messerartigen Borsten des fünf-

¹⁾ Die Zahlenangaben für *Balanus* und die Prozentwerte sind abgerundet.

ten Segmentes, das bereits wesentlich größer ist als die übrigen Körpersegmente, entsprechen der Abbildung 3 bei BANSE (1955).

Verfolgt man an den nächsten Stadien die Umbildungen bis zum adulten Tier, so zeigen sich viele Parallelen zu der Metamorphose von *Polydora hoplura* (WILSON 1928). Zunächst tritt eine Verlängerung der Tentakel und eine Einstülpung des Analsegmentes bereits bei Jugendformen von 20—21 Segmenten ein. Gleichzeitig gehen das Telotroch und die Pigmentierung des Analsegmentes verloren. Spätestens bei Tieren mit 22 oder 23 Segmenten fehlen auch alle übrigen larvalen Wimperkränze. Die Lateralaugen sind inzwischen weiter zur Mitte gewandert, das Chromatophorenpaar, das sie umgab, ist verschwunden. Nachdem die langen Schwimmborsten abgeworfen sind, erfolgt eine Verlängerung der Kiemen. Reste der Pigmentierung auf den Borstensegmenten bleiben zunächst erhalten und waren auch noch später bei Polydoren von 25 bis 28 Segmenten zu finden. Erst bei diesen Formen konnte ich eine deutliche Vergrößerung des 5. Segmentes beobachten.

Eine Solnhofer Platte mit Balaniden- und *Polydora*-Besiedlung wurde aus dem Gestell herausgenommen, sofort in eine flache Schale gelegt und unter dem Binokular untersucht. Bei mehreren Polydoren von 19—20 Segmenten ließ sich auf diese Weise das Verhalten kurz nach dem Festsetzen beobachten. Zunächst schwimmen die Larven auf, wobei häufig schnelle Rotationsbewegungen ausgeführt werden. Kommen die Tiere nach einer Weile wieder mit der Unterlage in Kontakt, so werden die Haarborsten heftig gespreizt. Gleichzeitig krümmt sich die Larve und wendet das Prostomium der Unterlage zu. Die gleiche Reaktion erfolgt auch bei Berührung mit einer Nadel. (Für die Larven von *Calanus finmarchicus* stellte RUSSELL (1934) fest, daß die Spreizstellung stets durch Berührungsreize ausgelöst wird, er deutet dies als Abwehrreaktion gegen Feinde.) Mitunter rollen sich die Polydoren dann ganz zusammen, stoßen sich wieder ab und schwimmen erneut auf die Lichtquelle zu. Dies kann sich häufig wiederholen, bevor die Ansiedlung auf der Unterlage erfolgt. — Tiere, die bereits festsitzend zwischen den Balaniden vorgefunden wurden, waren immer mit einer zähen Schleimmasse umgeben. Die Sekretabsonderung ist verbunden mit starken peristaltischen Bewegungen, wobei besonders die Borsten der vorderen Körpersegmente gespreizt werden.

Bereits in diesem Stadium beginnen die Larven Detritusteilchen herbeizuschaffen. Die kurzen, plumpen Tentakel werden aus der provisorischen Schutzhülle herausgestreckt und lassen deutlich entlang der Tentakelrinne einen Flimmerstrom erkennen. Auch die Cilien der noch sehr kleinen Kiemenblättchen leiten einen Wasserstrom am Wurmkörper entlang. Die lateral gelegenen Drüsen sezernieren ständig weiter Schleim, zwischen dem die Sedimentpartikel haften bleiben. So entsteht eine, die Larve rings umgebende „Schleimdetritusröhre“ (vgl. HOPKINS 1958 u. LOOSANOFF & ENGLE 1943 für *Polydora websteri* juv.). Bewohner von vollständigen Röhren dieser Art hatten 25 Segmente. Obwohl die starken Borsten des fünften Segmentes in größeren zeitlichen Abständen von vorne nach hinten bewegt werden, konnten keine Spuren einer Bohrarbeit festgestellt werden. In den vorliegenden Versuchen wurden zahlreiche Röhren vorsichtig mit einer Nadel zwischen den Balanidenschildern herausgehoben und die benachbarte Region unter starker Vergrößerung vergeblich auf Kratzspuren hin untersucht. Alle Tiere, für die später Bohrarbeit nachgewiesen werden konnte, waren mindestens 28 Segmente groß. Sie hatten also die Metamorphose abgeschlossen, bevor sie in das harte Ma-

terial einzudringen begannen. Dies widerspricht der früheren Annahme (HANNERZ 1956, HEMPEL 1957 u. HOPKINS 1958 für die Larven von *Polydora websteri*). — Die damals untersuchten unfertigen Bohrlöcher können möglicherweise von adulten Tieren hergestellt und später erneut von Larven besiedelt worden sein.

Einige Platten mit starkem Aufwuchs wurden am 6. Juni 1958 (nach 37 Tagen Aushängezeit) aus den Gestellen herausgenommen, gegen neue Platten ausgewechselt und anschließend in Kiel in Aquarien gehältert. Auf diese Weise konnte der Fortgang des Röhrenbaus in kürzeren Abständen unter dem Binokular beobachtet werden. Während bei den früheren Laborversuchen die Tiere zum Eindringen in Kalkstein ungefähr 4 Monate benötigt hatten (HEMPEL 1957), wurden die Balanidenhartteile viel schneller durchdrungen. Schon nach 14 Tagen waren unter den Detritusröhren deutlich Spuren einer Bearbeitung zu finden und an zwei Stellen waren die Kalkschilder sogar schon zerstört. Nach weiteren zwei Wochen hatten sich mehrere Würmer Höhlungen in den Balaniden geschaffen und die Röhren in die Bohrungen hinein verlängert.

Von den Versuchsplatten, welche die Unterlage für den Seepockenbewuchs bilden, wiesen nur die Kreideplatten feine bogenförmige Spuren (HEMPEL 1957) von *Polydora* auf.

Das Versuchsgestell 1 ging bei einem Sturm Ende Juli 1958 verloren. Es konnten nur noch Plattenstücke geborgen werden, auf denen eine starke Weiterentwicklung von *Balanus* festzustellen war. Der Spionidenbefall hatte nicht zugenommen, jedoch waren die Würmer nun sehr unterschiedlich groß. Ungefähr 75 % besaßen 19—25 Segmente. Sie hatten sich wahrscheinlich in der Zwischenzeit neu angesiedelt. Nur der kleinere Teil bestand aus adulten, teilweise in die Balanidenhartteile eingebohrten Tieren.

Versuchsgestell 2

Am 6. Juli 1958 wurde das Versuchsgestell 2 an der gleichen Brücke einige Meter weiter landeinwärts im Schutze einiger Pfähle ausgehängt. 48 Stunden später wurden zwei Solnhofer Platten und zwei Kacheln noch einmal herausgenommen und unter dem Binokular betrachtet. Auf den rauhen Solnhofer Platten hatten sich bereits 5—10 Nauplien angesetzt, während die glatten Kacheln noch völlig unbesiedelt waren. *Polydora*larven hatten sich, obwohl zu diesem Zeitpunkt im Plankton äußerst zahlreich, noch nicht festgesetzt. Die Entwicklung des Aufwuchses in den folgenden Wochen entsprach etwa dem auf den Platten des Versuchsgestelles 1.

Versuche im Kieler Hafen

Im Kieler Hafen wurde für die Versuche eine private Anlegerbrücke gewählt, die am Westufer ungefähr 20 m über das Ufer der Förde hinausragt. Die hier angebrachten Gestelle sind nur bei heftigen Winden stärkerer Wasserbewegung ausgesetzt. Die durchschnittliche Tiefe beträgt an der Aushängestelle 5 m. Die Brückenpfähle sind dicht mit *Mytilus edulis* bewachsen, zwischen denen *Polydora ciliata* siedelt. Der Untergrund wird dort von sehr

detritusreichem Sand gebildet. Die Station ist nahe dem Zoologischen Institut gelegen, so war eine häufige Kontrolle der Platten möglich.

Am 4. März 1958 (Wassertemperatur 6, 7° C) wurden die Versuche begonnen, ein zweites Gestell, am 14. März ausgehängt, lieferte nur mit wenig zeitlicher Verzögerung die gleichen Ergebnisse. — Von März bis Juni waren die Wassertemperaturen im Kieler Hafen, verglichen mit anderen Jahren, ungewöhnlich niedrig. Damit kann erklärt werden, daß der Plattenaufwuchs zunächst nur sehr gering war. Auch an Booten mit ständigem Liegeplatz in Kiel und an Pfählen kam es 1958 nur zu schwacher Bewuchsentwicklung. *Balanus improvisus* z. B., die bei den Untersuchungen von KÜHL (1950) eines der wesentlichsten Bewuchselemente darstellten, traten bei unseren Versuchen fast ganz zurück!

Die ersten Larven von *Polydora ciliata* konnten 6 Wochen nachdem die Gestelle ausgehängt waren, in *Enteromorpha*- und *Laomedea loveni*-Aufwuchs auf senkrechten und auf waagerechten Platten festgestellt werden. Die Polydoren bewohnten kurze Detritusröhren, die zwischen den Grünalgen oder an Polypenstößchen angeheftet waren. Auf den waagerechten Platten war bereits eine Ablagerung von Sinkstoffen und der Beginn einer Bakterien- und Cyanophyceen-Entwicklung festzustellen, die in den folgenden Wochen rasch zunahm und weiteres Festsetzen von *Polydora*-Larven zu verhindern schien. Anfang Juli waren die waagerechten Flächen mit einer 5 mm dicken Ablagerung, vorwiegend bestehend aus Sand, Detritus und in Fäulnis übergehender *Enteromorpha* bedeckt. Als Hauptbesiedler wurden der Harpacticide *Thispe furcata*¹⁾, die Polychaeten *Harmothoe sarsi* und *Pygospio elegans*, außerdem *Heterotanais oerstedii*, *Gammarus*, *Mytilus* juv. und ganz vereinzelt *Balanus improvisus* registriert. Ab Anfang Juli begann dann eine schnelle Ausbreitung der Miesmuscheln, die bis Ende Juli zur Bildung eines dichten Besatzes führte. In dem Byssusgespinnst kam im August *Polydora ciliata* wieder vereinzelt vor.

In der Zeit von Ende April bis Anfang Juli 1958 unterschied sich der Bewuchs auf den senkrechten Platten ganz deutlich von dem der waagerechten. Während sich auf den senkrechten zwar auch fleckenweise Bakterien- und Cyanophyceenüberzüge ausbreiteten, konnte ein filzartiger Detritusbelag hier kaum beobachtet werden. Zwischen *Laomedea* und einigen jungen *Balanus improvisus* stellte ich *Polydora ciliata* mit 22, 24 und 26 Segmenten fest. Bereits Mitte Juni, also 2 Wochen eher als auf den waagerechten Platten, entwickelten sich *Balanus improvisus* und bald darauf auch *Mytilus edulis*.

Sowohl auf den senkrechten als auch auf den waagerechten Platten wurde *Polydora ciliata* mit Zunahme der Miesmuscheln wieder häufiger und war ab Mitte September sogar als 2. Leitform anzusehen. Dies entspricht den Beobachtungen von SCHÜTZ und KINNE (1955), die für den Pfahlbewuchs in der Kieler Förde eine enge Beziehung zwischen dem Vorkommen von *Mytilus* und *Polydora* feststellen konnten, und eigenen Beobachtungen auf den Lister und Mellumer Muschelbänken (HEMPEL, 1957, 2). Anfang Oktober endlich waren in einigen Molluskenschalen die ersten Bohrspuren zu finden, vorwiegend lebten die Würmer in den bereits beschriebenen Detritusröhren.

Die vorliegenden Versuchsergebnisse, die in Tabelle 2 zusammengefaßt sind, lassen vermuten, daß ein stärkerer Niederschlag von Sediment das Festsetzen von *Polydora ciliata* Larven auf Hartböden erschwert. Nachdem sich

¹⁾ Für die Bestimmung der Art danke ich Herrn Dr. W. NOODT.

aber Muschelbesatz entwickelt hat, finden die Polydoren Möglichkeit zur Ansiedlung. Auch im folgenden können dann die Spionidenkolonien bestehen, da die von den Muscheln erzeugte Wasserbewegung und deren Detrituskonsum keine stärkere Sinkstoffablagerung zuläßt.

Bei den Versuchen im Kieler Hafen wurde die Einwirkung des Lichtes auf das Festsetzen der Larven nicht berücksichtigt. Die beiden Gestelle waren zwar zunächst in sehr unterschiedlicher Weise dem Lichte ausgesetzt, das eine Gestell hing frei, das andere ganz im Schatten der Brücke, aber im Laufe des Versuches mußten sie mehrfach umgehängt werden, so daß die vorher beschatteten Seiten nun dem Lichte zugewandt waren. — Nach dem vorher Geschilderten läßt sich vermuten, daß vorwiegend der „Sedimentfaktor“ für die unterschiedliche Ansiedlung auf den Platten ausschlaggebend war.

In diesem Zusammenhang sei vor allem auf die Untersuchungen von DAHL (1948) an der schwedischen Westküste hingewiesen, bei denen der „Sedimentfaktor“ Berücksichtigung fand. WIESER (1952) ermittelte Beziehungen zwischen „Sedimentreichtum auf Algen und algenbewohnender Mikrofauna“. Die Faunenzusammensetzung des Bodengrundes in Abhängigkeit von Sinkstoffablagerungen wurde u. a. von MOORE (1931) ausführlich dargestellt.

Tabelle 2

1958	Waagerechte Platten	Senkrechte Platten
Ende April	<i>Laomedea</i> - u. <i>Enteromorpha</i> -Bewuchs, vereinzelt <i>Polydora</i> (19—25 Segmente)	<i>Laomedea</i> - u. <i>Enteromorpha</i> -Bewuchs, vereinzelt <i>Polydora</i> (19—25 Segmente)
Ende Mai	starke Detritusablagerung nur 1 <i>Polydora</i> (24 Segmente)	fleckenweise Ausbildung eines Schleimfilmes, mehrere <i>Polydora</i> (19—25 Segmente)
Mitte Juni	Massenentwicklung von <i>Thispe furcata</i> (Harpacticoidea)	Beginnende <i>Balanus</i> - und <i>Mytilus</i> -entwicklung, <i>Polydora</i> vereinzelt
Anfang Juli	3 mm dicke Detritusschicht, keine <i>Polydora</i> , beginnende <i>Mytilus</i> -entwicklung	Zunehmende <i>Mytilus</i> -entwicklung, <i>Polydora</i> vereinzelt
Ende Juli	Platten mit <i>Mytilus</i> bewachsen	Platten dicht mit <i>Mytilus</i> bewachsen
August	Zwischen <i>Mytilus</i> vereinzelt wieder <i>Polydora</i>	Zwischen <i>Mytilus</i> vereinzelt <i>Polydora</i>
Mitte September	<i>Polydora</i> neben <i>Mytilus</i> Leitform	<i>Polydora</i> neben <i>Mytilus</i> Leitform

Versuche in Schleimünde

Ein weiteres Versuchsgestell wurde am 20. 5. 1958 an der Anlegebrücke von Schleimünde ausgehängt. Diese Versuchsstation zeichnet sich durch besondere hydrographische Bedingungen aus. Der oft sehr rasche Wechsel von Wassereinstrom und Wasserausstrom zwischen der Ostsee und der fördenartigen Schlei hat zur Folge, daß es fast gar nicht zum Niederschlag von Sinkstoffen kommt. Acht Wochen nach dem Aushängen der Gestelle war kaum Detritus auf den Platten abgelagert, und auch nach 12 Wochen war nur geringer Niederschlag zu beobachten.

Während der ersten Wochen bildete sich auf allen Platten nur schwacher Bewuchs aus. Neben fleckenweise auftretenden Cyanophyceen siedelte sich vor allem *Laomedea loveni* an. *Polydora ciliata*, deren Larven in der Schlei recht häufig sind (BUCHHOLZ, 1952), war nicht festzustellen. Erst ab Mitte August gelangte *Mytilus* zur Entwicklung, und Mitte September konnten auf einer dem Gestell entnommenen Platte zwischen *Mytilus* auch *Polydora ciliata* festgestellt werden. Vielleicht ist für das späte Auftreten von *Polydora* das Fehlen von Unterschlupfmöglichkeiten für die festsetzungsbereiten Larven verantwortlich zu machen; jedoch war auch später in dem *Mytilus*-aufwuchs *Polydora* viel seltener als auf den Platten im Kieler Hafen.

Histologische Untersuchungen an Jugendstadien

Im Zusammenhang mit den in der vorliegenden Arbeit geschilderten Versuchsergebnissen sollen kurz einige histologische Untersuchungen an Jugendstadien diskutiert werden.

HANNERZ (1956) hatte an *Polydora ciliata* Larven ventral von den Borsten des fünften Segmentes Drüsen gefunden, die mit den Borstentaschen in Verbindung stehen und ein saures Sekret sezernieren. Er schreibt: „One might be able to think of the glands in Segment five as ‚poches glanduleuses‘¹⁾, specialised for a certain purpose. The connection with the so — called bore — bristles in segment five gives support to the idea that they secrete a substance which facilitates the boring of the worm. The described glands are reduced after the metamorphosis and should therefore be of importance only in the first penetration of the substratum.“

Direktbeobachtungen von *Polydora ciliata* beim Festsetzen zeigte, daß zum Zeitpunkt des Festsetzens besonders viel Sekret von den ventralen Drüsen abgesondert wird.

Da die eigentliche Bohrarbeit jedoch wie geschildert (s. S. 85 u. 86) erst von älteren Tieren geleistet wird, kann das Drüsensekret allein für das Festheften der Larven am Substrat von Bedeutung sein und keine echte Bohrfunktion besitzen.

Histologische Schnittpräparate²⁾ von Polydoren, die 20, 24, 29 und 34 Segmente groß aus ihrer ersten hyalinen Hülle oder einer kurzen Detritusröhre gewonnen wurden, bestätigten die Beobachtung von HANNERZ, daß die Drüsen des fünften Segmentes allein bei alten pelagischen Larven bis zum Zeitpunkt des Festsetzens in Funktion sind und später zurückgebildet werden (vgl. Abb. 36 bei HANNERZ p. 103). Bei den älteren Tieren sind im fünften Segment keine Drüsen mehr zu finden. Statt dessen ist die Muskulatur, mit deren Hilfe die Borsten des fünften Segmentes bewegt werden, viel stärker ausgebildet als bei den jüngeren Stadien.

Zusammenfassung

1. Für Freilandversuche über die Besiedelung von Hartböden wird ein Gestell beschrieben, in dem 12 Bewuchsplatten (Format 10 × 10 × 1,5 cm) in drei zueinander senkrechten Ebenen angeordnet sind. Es wurden Platten mit verschieden rauher Oberfläche und unterschiedlicher Härte benutzt, bestehend aus Solnhofer Kalkschiefer, Kreide, lasierter Kachel und Holz. — Mit Hilfe dieser Konstruktion lassen sich mehrere Faktoren, die für das Festsetzen von marinen Larven eine Rolle spielen können, analysieren und beliebig miteinander kombinieren. Einzelne Platten können zur Untersuchung unter dem Binokular oder zur Weiterzucht des Aufwuchses im Aquarium eingeholt werden, ohne daß dadurch der ganze Versuch unterbrochen wird.

2. Vom Frühjahr bis zum Herbst 1958 wurden 5 derartige Versuchsgestelle von Brücken im Königshafen von List auf Sylt, im Kieler Hafen und bei Schleimünde (Ostsee) ausgehängt und auf den Bewuchsplatten u. a. das Festsetzen der *Polydora ciliata*-Larven verfolgt.

¹⁾ Drüsen, die aus 14—20 Zellen bestehen, von CLAPAREDE 1870 für *Polydora ciliata* beschrieben.

²⁾ Herrn Dr. H. Korn danke ich vielmals für die Herstellung der Schnittpräparate.

3. Obwohl die Larven dieser Spionide beim Beginn der Untersuchungen bereits im Plankton recht häufig waren, gehörten sie nie zu den Erstbesiedlern. Sie gelangten nur dann zum Festsetzen, wenn die Versuchsflächen von *Entromorpha*, Balaniden oder *Mytilus* dicht bewachsen waren und der bereits vorhandene Aufwuchs ihnen Unterschlupfmöglichkeit bot. Nur in zwei Fällen siedelten sich auf gesprungenen Versuchsplatten einige Larven entlang der tiefen Risse auch außerhalb des Bewuchses an. — Die Ausbildung eines Schleimfilmes, bestehend aus marinen Bakterien, Diatomeen, Cyanophyceen und Detritus scheint das Festsetzen nicht zu begünstigen.

4. Bei den Versuchen in List auf Sylt war die Siedlungsdichte der *Polydora*-Larven abhängig von der Siedlungsdichte von *Balanus* und vom Lichteinfall. Auf den belichteten Platten ist *Polydora* relativ häufiger, als auf denen, die der Lichteinfallrichtung abgewandt sind.

5. An der Versuchsstation im Kieler Hafen ist das Wasser verhältnismäßig reich an Sinkstoffen. Stärkerer Absatz von Detritus verhindert dort besonders auf den waagrecht angebrachten Platten das Festsetzen der Larven. Erst vier Monate nach Versuchsbeginn gelangten die *Polydora*-Larven im Kieler Hafen in größerer Zahl zwischen dichtem *Mytilus*besatz zur Ansiedlung.

6. In Schleimünde war während der ersten Wochen der Plattenbewuchs äußerst spärlich. Erst im Herbst konnte *Polydora* zwischen *Mytilus* vereinzelt festgestellt werden.

7. Die Larven dieser Spionide sind am Ende ihrer planktonischen Phase 19 Segmente groß. Sie umgeben sich sofort nach dem Festsetzen mit einer Schleimhülle und beginnen danach mit dem Bau einer Detritus- oder Sandröhre. Mit 23—24 Segmenten haben sie die Metamorphose beendet und bewohnen eine $\frac{1}{2}$ —5 mm lange Röhre.

8. Die Metamorphose der *Polydora ciliata*-Larven verläuft in sehr ähnlicher Weise, wie sie WILSON (1928) für die Larven von *Polydora hoplura* beschrieben hat.

9. Erst für Tiere mit 28 Borstensegmenten, also nach völlig abgeschlossener Metamorphose, konnten Spuren einer Bohrtätigkeit nachgewiesen werden. Diese Beobachtung widerlegt die Annahme, daß die Larven von *Polydora ciliata* Bohrarbeit leisten.

10. Histologische Schnittpräparate bestätigten die Beobachtung von HANNERZ (1958), daß die sogenannten „Bohrdrüsen“ bei der Metamorphose zurückgebildet werden.

Literaturverzeichnis

- Banse, K., 1955: Über das Verhalten von meroplanktischen Larven in geschichtetem Wasser. Kieler Meeresforsch. **11**.
- Barnes, H. u. H. T. Powell, 1953: The growth of *Balanus balanoides* (L.) and *B. crenatus* Brug. under varying conditions of submersion. J. Mar. Biol. Ass. **32**.
- Buchholz, H., 1952: Das Brackwasserzooplankton an der Schleswig-Holsteinischen Ostseeküste. Diss. Kiel 1952.
- Caspers, H., 1949: Die Bewuchsgemeinschaft an der Landungsbrücke der Nordseeinsel Spiekeroog und das Formproblem von *Balanus*. Zool. Jb. **78**, 3.
- 1954: Biologische Untersuchungen über Lebensräume der Unterelbe und des Vormündungsgebietes der Nordsee. Mitt. Geol. Staatsinstitut in Hamburg, Heft **23**.
- Coe, W. R., 1932: Season of attachment and rate of growth of sedentary marine organisms at the pier of the Scripps Inst. of Oceanogr., La Jolla, California. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Tech. Ser. **3**.

- Coe, W. R. u. W. E. Allen, 1937: Growth of sedentary marine organisms on experimental blocks and plates for nine successive years at the pier of the Scripps Institution of Oceanography. *Ibidem* Ser. 4.
- Dahl, B., 1948: On the smaller Arthropoda of marine algae, especially in the polyhaline waters off the Swedish West Coast. *Undersökningar över Öresund*, 35, Lund.
- Gislen, T., 1930: Epibioses of the Gullmar Fjord I u. II. *Kristinebergs Zool. Stat. 1877—1927*. Uppsala.
- Hannerz, L., 1956: Larval Development of the Polychaete Families Spionidae Sars, Disomidae Mesnil and Pocillochaetidae nov. Fam. in the Gullmar Fjord (Sweden). *Zool. Bidr. Uppsala*, 31.
- Hempel, C., 1957: Über den Röhrenbau und die Nahrungsaufnahme einiger Spioniden (Polychaeta sedentaria) der deutschen Küsten. *Helgol. wiss. Meeresunters.* Bd. 6, Heft 1.
— 1957a: Zur Ökologie einiger Spioniden (Polychaeta sedentaria) der deutschen Küsten. *Kieler Meeresforsch.* 13.
- Hentschel, E., 1916: Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. *Mitt. Zool. Mus. Hamburg* 33.
- Hopkins, A. E., 1935: Attachment of Larvae of the Olympia oyster *Ostrea lurida* to plane surfaces. *Ecology* 16, 1.
— S.H., 1958: The planktonic Larvae of *Polydora websteri* Hartmann and their settling on Oysters. *Bull. Mar. Sci. Gulf u. Carib.* 8, 3.
- Korn, H., 1958: Zur Unterscheidung der Larven von *Harmothoe* Kinberg. *Kieler Meeresforsch.* 14, 2.
- Kühl, H., 1949: Über die Wirkung von Kontaktinsektiziden in Schiffsanstrichen. *Verh. der Deutsch. Zool. Kiel*, 1948.
— 1951: *Vergl. biolog. Untersuchungen über den Hafenbewuchs*. *Verh. der Deutsch. Zool. Marburg* 1950.
- Leschke, M., 1903: Beiträge zur Kenntnis der pelagischen Polychaetenlarven der Kieler Förde. *Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Kiel*, Vol. 7.
- Loosanoff, V. L. u. I. B. Engle, 1943: *Polydora* in oysters suspended in the water. *Biol. Bull.* 85.
- Miller, M. A., Rapean, I. C. u. Whedon, W. F., 1948: The role of slime film in the attachment of fouling organisms. *Biol. Bull. Woods Hole*, Vol. 94.
- Moore, H. B., 1931: The muds of the Clyde Sea Area III. Chemical and Physical Conditions, Rate and Nature of Sedimentation and Fauna. *Nature* 130.
— H. B., 1933: Change of orientation of a barnacle after metamorphosis. *Nature* 132.
— H. B., 1939: The colonization of a new rocky shore at Plymouth, *Journ. of Animal Ecology* 8.
- Pierron, R. P. u. Y. C. Huang, 1926: Animal successions of denuded rocks. *Publ. Puget Sound Biol. Stat.* 5.
- Pomerat, C. M. u. E. R. Reiner, 1942: The influence of surface angle and of light in the attachment of barnacles and of other sedentary organisms. *Biol. Bull. Woods Hole*, 82.
- Pomerat, C. M. u. C. M. Weiss, 1946: The influence of texture and composition of surface in the attachment of sedentary marine organisms. *Biol. Bull. Woods Hole*, 91.
- Rasmussen, E., 1944: Faunistic and biological notes on marine invertebrates I. *Mid. Medd. Dansk naturk. Foren.*, 107.
- Remane, A., 1933: Verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht. *Wiss. Meeresunters. N. F. Kiel*. 21.
- Shelford, V. E., 1930: Geographic extent and succession in Pacific North America intertidal (*Balanus*) communities. *Publ. Puget Sound Biol. Stat.* 7.
- Stubbings, H. G., 1953: Orientation of barnacles to light and water currents at the time of metamorphosis. XIV. *Internat. Zool. Congr. Copenhagen* 1953.
- Spooner, G. M., 1933: Observations on the reaction of marine plancton to the light. *Mar. Biol. Ass.* 19, N. S.
- Söderström, A. 1920: *Studien über die Polychaetenfamilie Spionidae*, Uppsala.
- Scheer, B. T., 1945: The development of marine fouling communities. *Biol. Bull. Woods Hole*, 89.
- Schütz, L. u. O. Kinne, 1955: Über die Mikro- und Makrofauna der Holzpfähle des Nord-Ostseekanals und der Kieler Förde. *Kieler Meeresforsch.* 11.
- Thorson, G. 1946: Reproduction and larval Development of Danish marine Invertebrates, with special reference to the planktonic larvae in the Sound. *Kopenhagen* 1946.

- Visscher, I. P., 1928: Reactions of the Cyprid larvae of barnacles at the time of attachment. Biol. Bull. Woods Hole, Vol. **54**.
- 1930: Fouling of ships bottoms 2. Point and Varn. Prod. Mgr. **35**, 36.
- 1930a: Nature and extent of fouling of ships bottoms. Bull. Bur. Fish. Wash. 1930.
- Wieser, W., 1951: Über die quantitative Bestimmung der algenbewohnenden Mikrofauna felsiger Meeresküsten Oikos, **3**, 1.
- Wilson, D. P., 1928: The larvae of *Polydora ciliata* Johnston and *Polydora hoplura* Claparède. J. Mar. Biol. Ass. **15**.
- D. P., 1947: The larval development of *Ophelia bicornis* Savigny. J. Mar. Biol. Ass. **27**.
- D. P., 1950: Larval metamorphosis and the substratum, Coll. Int. Centr. Nat. Rec. Sci. Ecol. Paris 1950.
- D. P., 1953: The settlement of *Ophelia bicornis* Savigny larvae. J. Mar. Biol. Ass. **32**.
- ZoBell, C. E., 1938: The sequence of events in the fouling of submerged surfaces. Fed. Point. Varn. Prod. Clubs, No. **178**.
- u. E. C. Allen, 1935: The significance of marine Bacteria in the fouling of submerged surfaces. Jour. Bact. **29**.
- 1939: The role of Bacterit in the fouling of submerged surfaces. Biol. Bull. **77**.