

Sessile Lebensweise: Neubausiedlungen im Watt

Von Tilmann Harder

Die mobilen Larvalstadien sedimentbewohnender Borstenwürmer erkennen die Eignung des zukünftigen, permanenten Lebensstandorts anhand von Bakterienmustern in der oberen Sedimentschicht. Die Quellen solcher Ansiedlungssignale im Watt und ihre chemische Natur werden untersucht.

The mobile larval stages of infaunal polychaetes assess the suitability of permanent settling sites by recognizing bacterial patterns in the top sediment layer. We deal with the analysis and identification of sources and identities of larval settlement signals in the Wadden Sea.



Oben: Kothaufen eines Wattwurms.
Links: Eine zur Ansiedlung fähige Larve des Wattwurms *Polydora cornuta*. Die noch schwimmfähige Larve ist ca. zehn Tage alt und hat eine Länge von ungefähr einem Millimeter.

„Wollen Sie günstig und schnell ins Eigenheim?“ Banken buhlen so allerorten um Kundschaft. Wir möchten gern citynah und verkehrsgünstig wohnen, der nächste Supermarkt soll möglichst um die Ecke und Schulen, Ärzte und Apotheken schnell erreichbar sein. Diese Wünsche haben ihren Preis und können oft nur realisiert werden, wenn man am Stadtrand baut. Möchten wir mal ins Kino, ins Restaurant oder gar in die Sonne, dann setzen wir uns ins Auto oder in den Billigflieger. Dieses Selbstverständnis von Mobilität kommt ins Schwanken, wenn wir plötzlich nicht mehr so beweglich sind, wie wir es möchten, sei es durch ein gebrochenes Bein oder hohe Treibstoffpreise. Einmal angenommen, wir verfügten über den Luxus unbegrenzter Mobilität nur innerhalb der ersten Tage unseres Lebens und wären danach zu andauernder Immobilität verdammt - wie würden wir dann unseren Wohnort festlegen und unser (Über)leben sicherstellen? Ein Haus bei Aldi auf dem Parkplatz zu errichten oder direkt im Kornfeld zu campieren, könnten dann reale Wohnalternativen darstellen.

In einer durchaus vergleichbaren Situation befindet sich eine Vielzahl der Meeresbewohner. Der Anschein, dass es im Meer von quirligen Fischen wimmelt, trügt. Tatsächlich haben mehr als neunzig Prozent der Meeresorganismen eine „sessile“ Lebensweise, das heißt, sie sind fest mit hartem Substrat verbunden oder in ihrer Mobilität auf dem oder im Meeresboden auf einen Bereich von Zentimetern bis Metern beschränkt und somit hemisessil. Einige Vertreter der strikt sessilen Gruppe kennen wir als die einfach gebauten wirbellosen Tiere, die Schwämme, Moostiere oder Seepocken; die hemisessile Gruppe wird dagegen durch Seeigel (Echinodermen) und eine Reihe von Borstenwürmern (Polychaeten) repräsentiert. Nur während der ersten Tage ihres Lebenszyklus besitzen diese Organismen ein bewegliches Lebensstadium, in dem sie scheinbar hilflos als mikroskopisch kleiner Larvalorganismus in der Wassersäule schweben. Sie sind zu klein und schwach, um bei ihrer Größe genug Energie für den Eigenantrieb aufzuwenden. Sie treiben daher als passive Partikelchen gleich einem vom Raumschiff abgekoppelten Astronauten im Medium Wasser umher und entwickeln sich

währenddessen zu einem siedlungsfähigen Organismus.

Fester Boden unter den Füßen

Der zu Beginn der sesshaften Lebensweise zwingend erforderliche Kontakt mit einer festen Oberfläche oder dem Meeresboden ist unter solchen Bedingungen unwahrscheinlich und daher selten. Kommt es jedoch zu solch einem Ereignis, muss die vollständig entwickelte Larve nicht nur schnell, sondern vor allen Dingen sicher und zielgerichtet handeln. In dieser Situation ist es wichtig, dass sie sich möglichst dicht an der Oberfläche hält, um nicht durch eine Strömung wieder in die endlosen Weiten der offenen Wassersäule verdriftet zu werden. Hierbei hilft ihr bei ihrer kleinen Körpergröße der physikalische Effekt der laminaren stationären Grenzschicht, einer wenige hundert Mikrometer dicken Wasserschicht nahe festen, von Wasser bedeckten Oberflächen, in der keine turbulente Strömung vorherrscht und die einen ähnlichen Effekt wie der Seitenstreifen neben der Autobahn aufweist. Vorausgesetzt die Larve überlebt die ersten Sekunden nach der Landung und wird nicht durch einen unhaltbaren Sog in die Kiemen einer in der Nähe filtrierenden Muschel gezogen, kann sie nun den Landungsort in Ruhe erkunden und eventuell mit Hilfe kleiner lokomotorischer Zirren, feinen Verästelungen am Körper der Larve, den Landepunkt sogar geringfügig erkunden.

Doch wonach hält der Larvalorganismus in solch einer Situation „Ausschau“, wenn dieser Ausdruck bei einem sehr eingeschränkten Sehsinn und bei Abwesenheit anderer Kommunikationsorgane erlaubt ist? Welches sind die Anzeichen, die Auskunft darüber geben, ob sich der Ort als „Bauplatz“ für das restliche Leben eignet? Es wäre in dieser Situation äußerst hilfreich, etwas über das Futterangebot an diesem Ort zu erfahren, über den Fraßdruck eventueller Räuber, die Besiedlung durch andere Organismen, die Nachbarschaft von Individuen der eigenen Art und die Geschichte dieses Ortes. All diese Informationen sollten auf verlässlichen Quellen beruhen, um gegebenenfalls eine Entscheidung für oder gegen den Siedlungsort zu treffen. Zu wählerisch darf die Larve dabei allerdings nicht sein, denn die Aussicht einer besseren Alternative bei erneuter Verdriftung ist völlig unklar und somit höchst spekulativ. Darüber hinaus sind in einer Vielzahl von Organismen die Larvalstadien mit einem begrenzten Energievorrat ausgestattet. Dies hat

zur Folge, dass das Ticken der inneren Uhr mit fortschreitender Zeit lauter wird und nach definitiven Entscheidungen verlangt.

Imaginäre Schilder

Was also sind die imaginären Schilder, die über den Landepunkt Auskunft geben, und welche Information steht auf ihnen geschrieben? Jede marine Oberfläche ist mehr oder weniger stark mit so genannten Biofilmen bedeckt. Biofilme bestehen aus einer Reihe von Mikroorganismen, unter denen Bakterien eine dominante Rolle zukommt. Bakterien bevölkern das Seewasser in sehr hohen Zahlen – durchschnittlich findet man eine Million Bakterien in jedem Milliliter. Durch die mikroskopische Brille betrachtet, sieht das Seewasser wie ein dichtes Schneegestöber von Bakterienflocken aus. Diese lagern sich auf jeder Oberfläche an und entwickeln sich dort je nach den Bedingungen und je nach Bakterientyp mehr oder weniger gut. Die mikroskopische Besiedlung vollzieht sich sehr schnell und ist in hohem Maße charakteristisch für die an diesem Punkt vorherrschenden Umweltbedingungen. Die Bakterienbesiedlung führt damit zu einem hochkomplexen und informativen Atlas der Oberfläche.

Man weiß mittlerweile, dass siedlungsfähige Larven diesen biologischen Atlas „lesen“ können. Die eigentliche Informationsübertragung erfolgt über die chemosensorische Wahrnehmung bakterieller Stoffwechselprodukte, so genannter Sekundärmetabolite, durch den Larvalorganismus. Wir wissen inzwischen viel über sessile Meeresorganismen, die gerne auf Oberflächen siedeln, die wir aus naheliegenden Gründen sauber und glatt halten möchten, z.B. Schiffsrümpfe und Antriebsschrauben. Die Untersuchung der Standortwahl mobiler Larvalstadien sessiler Wattwürmer ist dagegen bisher kaum Gegenstand der Forschung gewesen.

Der Oldenburger Beitrag

Die verschiedenen Wattwürmer kommen im Watt in sehr hohen Siedlungsdichten von 50.000 bis 200.000 Individuen pro Quadratmeter vor und steuern durch ihre Aktivität sowohl zur Stabilisierung des Sediments als auch zu seiner Durchwühlung bei. Veränderungen im Sedimenthaushalt können sich auf das Ökosystem Watt auswirken und darüber die Ansiedlungsbedingungen am Meeresboden verändern. Um diese Fragen experimentell zu untersuchen, werden zwei der zahlenmäßig häufigen Wattwurmarten (*Polydora cornuta*

und *Streblospio benedicti*) in Kultur gehalten. Diese Wurmulturen produzieren unter Laborbedingungen unabhängig von der Jahreszeit regelmäßig eine Vielzahl von Larven, die nach einer Aufzuchtphase in Ansiedlungstests auf ihre Standortpräferenzen untersucht werden. Dass Bakterien für den Ansiedlungsprozess beider Wurmarten eine wichtige Rolle spielen, lässt sich deutlich im Experiment mit natürlichem Sediment zeigen. Werden nämlich die Bakterien hier durch Sterilisierung abgetötet, erweist sich das Sediment als nicht mehr attraktiv für den Larvalorganismus. Mit dem Ziel, Bakterien zu finden, die die Ansiedlung stimulieren, werden Bakterien aus der obersten Schicht des Watts isoliert und auf künstliche Sedimente aufgebracht, um die Reizantwort der Larven unter kontrollierten Bedingungen festzustellen. Diese Arbeiten werden begleitet von einer molekularbiologischen „Kartierung“ der Bakterien an Wattstandorten, die augenscheinlich von den beiden untersuchten Wurmarten bevorzugt oder gemieden werden. Über solche Analyseverfahren wird angestrebt, die Standortattraktivität mit der Anwesenheit bestimmter Bakteriengruppen zu korrelieren. Von ausgewählten, kultivierbaren Bakterien werden anschließend mit chemisch-analytischen Methoden sowohl Sekundärmetabolite als auch mit der Zellmembran assoziierte Makromoleküle isoliert und getrennt auf ihren Effekt bzw. ihren „Informationsgehalt“ als Standortkriterium untersucht. Mit diesem experimentellen Ansatz versuchen wir, die imaginären Schilder auf der Wattoberfläche molekularbiologisch zu charakterisieren und ihre Aufschrift chemisch-analytisch zu entziffern.

Der Autor



Juniorprof. Dr. Tilmann Harder, Leiter der Arbeitsgruppe Umweltbiochemie am Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM), studierte Chemie an der Universität Oldenburg, wo er 1996 promovierte. Anschließend arbeitete er an der Hong Kong University of Science and Technology, wo er sich mit der Isolierung und Beschreibung biologisch aktiver mariner Naturstoffe befasste. 2002 kehrte er als Juniorprofessor an die Universität Oldenburg zurück. Schwerpunkt seiner Forschungstätigkeit ist die Untersuchung von ökologisch relevanten marinen Naturstoffen, die der Verteidigung, Fortpflanzung oder Verbreitung mariner Organismen dienen.