

## 1 Einleitung

Die Abgrenzung verschiedener Artengemeinschaften gegeneinander erfolgt aufgrund regional unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften der Umwelt und der Anpassung der Organismen an die jeweils gegebenen Bedingungen. Im terrestrischen Lebensräumen ist die Verbreitung von Arten häufig durch effiziente Barrieren wie Gebirge oder Gewässer eingeschränkt, was zu einer strengen, zum Teil auch kleinräumigen Trennung von Gemeinschaften aber auch Populationen einer Art führen kann. Auch die Ozeane weisen Verbreitungsbarrieren auf, wobei der Übergang zwischen verschiedenen Zonen jedoch meist fließender (z.B. entlang eines kontinuierlichen Temperatur- oder Salinitätsgradienten) ausgeprägt ist. Dadurch werden charakteristische Verbreitungsmuster und Artengemeinschaften oft nur großräumig deutlich. Das Auftreten einer Art in einer Region, in der sie zuvor nicht vorkam, kann folgende Gründe haben (Franke et al. 1999):

1. Der Genotyp einer Art könnte im Zuge der Evolution Veränderungen erfahren haben, die es den Tieren ermöglichen, sich in Regionen auszubreiten, in denen sie zuvor nicht existieren konnten.
2. Die biotischen oder abiotischen Umweltbedingungen in einer Region könnten sich verändert haben, so dass Arten einwandern können, die dort unter den zuvor herrschenden Bedingungen nicht existieren konnten.
3. Eine Art könnte Verbreitungsbarrieren überwunden haben, die den Zugang zu einer Region zuvor unmöglich machten.

Nach dem Auftreten einer gebietsfremden Art entscheiden schließlich vor allem biologische Mechanismen wie Interaktionen mit einheimischen Arten über die Etablierung der Art in dem jeweiligen Gebiet.

Verändern sich die Umweltbedingungen in einer Region, so ist zu erwarten, dass zunächst überwiegend Organismen mit effizienten Verbreitungsmechanismen immigrieren. Neben den sich aktiv fortbewegenden nektonischen Tieren sind dies häufig holoplanktonische Organismen oder Arten mit einer ausgedehnten planktonischen Larvalentwicklung, die passiv mit Meeresströmungen verfrachtet werden. Jedoch weisen auch zahlreiche Arten mit direkter Entwicklung oder mit einer sehr kurzen Larvalphase eine zum Teil weltweite Verbreitung auf (Johannesson 1988, Westheide et

al. 2003), die einen Transport der Tiere über große Distanzen erfordert. Ein möglicher Verbreitungsmechanismus für diese Arten ist der passive epipelagische Transport auf treibenden Objekten (Gerlach 1977, Highsmith 1985).

Der marine Isopode *Idotea metallica* lebt rein neustonisch auf Objekten, die an der Wasseroberfläche treiben (Moreira 1972, Naylor 1972, Tully & Ó Ceidigh 1986). Aufgrund der Assoziation der Tiere mit zum Teil sehr beständigen Substraten, die durch großräumige Oberflächenströmungssysteme über weite Entfernungen verdriftet werden können, ist auch diese Art weltweit verbreitet (Baan & Holthuis 1969). Während für die meisten Seegebiete nur Einzelfunde vorliegen, ist *I. metallica* ganzjährig mit stabilen Populationen nur im Mittelmeer (Abelló & Frankland 1997, Dow & Menzies 1958) und vor der Ostküste Nordamerikas (Locke & Corey 1989, Miller 1968, Naylor 1957) vertreten. 1994 wurde die Art erstmalig in der Deutschen Bucht bei Helgoland gefunden (Franke et al. 1999). In der Nordsee wurde *I. metallica* zuvor nur in geringer Zahl an der Westküste der Niederlande und vor der Insel Texel gefunden (Adema & Huwae 1982, Baan & Holthuis 1969, Huysman & Huwae 1978). Während diese Fundorte noch dicht am Ärmelkanal (der südlichen Verbindung der Nordsee zum Atlantik) gelegen waren, ist diese ozeanische Art bei Helgoland bereits tief in die südöstliche Nordsee eingedrungen. Nachdem auch hier zunächst nur Einzelfunde vorlagen, wurden 1995 deutlich mehr Tiere gefunden, was darauf schließen ließ, dass sich *I. metallica* in der Nordsee erfolgreich reproduziert hat. Das Auftreten dieser überwiegend in wärmeren Meeresgebieten verbreiteten Art in der Nordsee fiel zeitlich mit einer Phase ungewöhnlich milder Winter zusammen. Dass *I. metallica* nach dem harten Winter 1995/96 zunächst nicht mehr bei Helgoland gefunden wurde, schien schließlich zu bestätigen, dass milde Wintertemperaturen eine Voraussetzung für die Etablierung der Art in der Nordsee sind (Franke et al. 1999). Gutow & Franke (2001) konnten jedoch zeigen, dass *I. metallica* auch unter den zur Zeit in der Nordsee auftretenden milden Wintertemperaturen nicht in der Lage ist, eine Wintersaison in der klimatisch stark kontinental beeinflussten Deutschen Bucht zu überdauern. Unterhalb von 13°C stellt *I. metallica* die Reproduktion ein, so dass die Population innerhalb eines Winters aufgrund natürlicher Mortalität und zusätzlichen Prädationsdrucks ausstirbt. Die milden Wintertemperaturen haben jedoch zur Folge, dass diese kritische Temperatur früher im Jahr überschritten wird, so dass die jährliche reproduktive Periode der Tiere in der Nordsee verlängert wird und der Art mehr Zeit zur Verfügung steht, eine auffällige Population auszubilden. Die Tiere, die jährlich in der Deutschen Bucht gefunden

werden, müssen somit jedes Jahr erneut in die Nordsee eingetragen werden. Folglich muss *I. metallica* auch früher schon saisonal in der Nordsee vertreten gewesen sein. Die Abundanzen waren jedoch zu gering, um auffällig zu sein. Naylor (1957) berichtet, dass *I. metallica* in den vorangegangenen 100 Jahren wiederholt an der britischen Westküste zu finden war. Entsprechend der im Nordatlantik vorherrschenden Oberflächenströmungssysteme ist es wahrscheinlich, dass die Tiere von der Ostküste Nordamerikas kommend mit dem Golfstrom über den Atlantik in europäische Gewässer transportiert werden. Im Vergleich zum Mittelmeer (Abelló & Frankland 1997) tritt *I. metallica* an der amerikanischen Küste nur in geringen Abundanzen auf. Locke & Corey (1989) fanden zwar relativ hohe Dichten in der Bay of Fundy (Kanada), jedoch waren zuvor nur Einzelexemplare der Art in dieser Region gefunden worden. Auch Miller (1968) fand nur eine geringe Anzahl von Tieren vor der Küste von Massachusetts. Es ist fraglich, ob die beobachtete jährliche Wiederbesiedlung der Nordsee aus einer so dünnen Population möglich ist.

Auf treibenden Objekten bei Helgoland werden sieben einheimische *Idotea*-Arten gefunden (Franke et al. 1999). Aufgrund zum Teil sehr ähnlicher ökologischer Ansprüche und enger phylogenetischer Verwandtschaft ist für einige dieser Arten eine intensive interspezifische Konkurrenz nachgewiesen worden, in deren Folge konkurrenzunterlegene Arten aus ihrem bevorzugten Habitat verdrängt werden (Franke & Janke 1998). Es ist wahrscheinlich, dass das Auftreten von *I. metallica* in diesem Seegebiet zur Ausbildung weiterer Konkurrenzbeziehungen führt. Die zahlenmäßig dominierende Art auf treibenden Objekten in der Nordsee ist *Idotea baltica*. Der Anteil dieser Art an der gesamten *Idotea*-Fauna auf Treibgut bei Helgoland beträgt durchschnittlich rund 90 % (Franke et al. 1999). Dabei wurde *I. baltica* in 100 % aller Treibalgproben gefunden, so dass eine Konfrontation von *I. metallica* mit dieser Art in der Nordsee wohl unvermeidbar ist.

Zahlreiche Beispiele sind bekannt, in denen das Auftreten gebietsfremder Arten zu einer deutlichen Veränderung der Artenzusammensetzung bestehender Ökosysteme geführt hat (Ludyanskiy et al. 1993, Meinesz & Hesse 1991, Travis 1993). Dabei sind verschiedene Mechanismen für den Eintrag von Neozoen verantwortlich. Die Häufigkeit, mit der weltweit marine Arten in Gegenden gefunden wurden, in denen sie zuvor nicht vorkamen, stieg in den letzten Jahrzehnten mit der Intensivierung des globalen Schiffverkehrs an (Ruiz 1997). Dabei kommt dem Transport planktonischer Organismen oder planktonischer Stadien benthischer Arten mit Ballastwasser eine große

Bedeutung zu (Carlton & Geller 1993). Arten aus flachen Küstengewässern überwinden mit Hilfe von Schiffen zum Teil ganze Ozeane, bevor sie im Zielgebiet in einen neuen Lebensraum entlassen werden, der den Tieren möglicherweise günstige Bedingungen zur Gründung einer Population bietet. Dabei können sie sich in interspezifischen Wechselwirkungen als überlegen erweisen, was zum Teil zur vollständigen Verdrängung einheimischer Arten führen kann. Ein Beispiel für einen mit der Schifffahrt in die Nordsee eingetragenen Organismus ist die Art *Elminius modestus* (Harms 1999). Diese Seepocke ist ursprünglich im Südpazifik um Neuseeland und Australien herum beheimatet und wurde zur Mitte des 20. Jahrhunderts in europäische Gewässer eingetragen, wo sie erstmals 1945 an der britischen Küste auftrat. Eine hohe Toleranz gegenüber Temperatur- und Salinitätsschwankungen ermöglichte der Art, sich schnell entlang der europäischen Küsten auszubreiten (Harms & Anger 1989). Aufgrund einer kurzen Generationsdauer und einer hohen Fertilität ist *E. modestus* auf Helgoland gegenüber der einheimischen Art *Semibalanus balanoides* in Konkurrenz um Siedlungsfläche überlegen und verdrängt diese zunehmend.

Die Einwanderung gebietsfremder Arten kann aber auch, wie im Falle von *I. metallica*, ohne anthropogenen Einfluss als ein natürlicher Prozess der geographischen Ausbreitung aufgrund veränderter Umweltbedingungen erfolgen. Ein Beispiel hierfür ist die Siphonophore *Muggiaea atlantica*, die 1989 aufgrund eines verstärkten Einstromes von Atlantikwasser durch den Englischen Kanal in die Nordsee eingetragen wurde (Greve 1994). Da diese Art nicht durch einheimische Prädatoren kontrolliert wurde, wie zum Beispiel die Ctenophore *Pleurobrachia pileus* durch die räuberische *Beroe gracilis*, führte ihre intensive Fraßaktivität zu einer deutlichen Verschiebung in der Artenzusammensetzung des Zooplanktons in der Nordsee. Dieser Effekt wirkte sich über das Nahrungsnetz bis auf die Nährstoffzusammensetzung in der Deutschen Bucht aus. *Muggiaea atlantica* konnte sich jedoch wie *I. metallica* aufgrund der niedrigen Wintertemperaturen nicht ganzjährig in der Nordsee etablieren.

*Idotea metallica* ist bisher nicht in hohen Abundanzen in der Nordsee aufgetreten. Eine fortschreitende Erwärmung der Nordsee (möglicherweise im Zuge einer globalen Klimaveränderung) könnte jedoch eine schnellere Ausbreitung der Art im Sommer zur Folge haben, was einen Einfluss auf mögliche Konkurrenzbeziehungen haben könnte. Sowohl *I. metallica* als auch *I. baltica* kommen im warmen Mittelmeer vor, wobei *I. metallica* auf treibenden Objekten sehr abundant ist (Abelló & Frankland 1997). *Idotea baltica* hingegen wird hier nur in sehr geringer Zahl im Neuston gefunden (Hartmann

1976) und bleibt weitgehend auf benthische Habitate beschränkt. Ob dies die Konsequenz einer Konkurrenz mit *I. metallica* ist, ist bisher nicht untersucht worden. In der Bay of Fundy koexistieren die beiden Arten scheinbar saisonal auf treibendem Material. Allerdings waren die Populationen in den untersuchten Jahren durch eine hydrographische Barriere weitgehend voneinander getrennt (Locke & Corey 1989), so dass eine gegenseitige Verdrängung durch Konkurrenz nicht erfolgen konnte. Eine Vermischung erfolgte erst zum Ende des Sommers, kurz bevor die *I. metallica*-Population offenbar aufgrund geringer Temperaturen zusammenbrach.

Anhand von Freiland- und vergleichenden Laboruntersuchungen wird die Populationsstruktur und -dynamik von *I. metallica* und dem potentiellen Konkurrenten *I. baltica* untersucht. Dabei sollen Anpassungsmechanismen an das Leben auf räumlich begrenzten, an der Wasseroberfläche treibenden Habitaten aufgezeigt werden, die die effiziente Verbreitung von *I. metallica* mit Oberflächenströmungen und somit die regelmäßige Wiederbesiedlung der Nordsee ermöglichen. Des Weiteren werden der Ausgang einer möglichen Konkurrenz zwischen *I. metallica* und *I. baltica* sowie die dieser Interaktion zugrunde liegenden Mechanismen untersucht, um die Wahrscheinlichkeit und die Konsequenzen einer saisonalen Etablierung von *I. metallica* in der Nordsee abzuschätzen.