

5 Zusammenfassung

Der marine Isopode *Idotea metallica* ist seit den 1990er Jahren ein regelmäßiger Sommerimmigrant in der Nordsee. Die Art lebt ausschließlich auf Objekten, die an der Wasseroberfläche treiben. Mit diesen Objekten werden die Tiere zum Teil über weite Strecken verdriftet, was zu einer effizienten Verbreitung der Art führt. Das Auftreten von *I. metallica* in der Deutschen Bucht bei Helgoland korreliert zeitlich mit einer Periode milder Winter. Obwohl die Art nicht in der Nordsee überwintern kann, verlängern diese milden Wintertemperaturen jedoch die jährliche reproduktive Periode der Tiere in diesem Seegebiet, was die Ausbildung auffälliger, saisonaler Populationen ermöglicht. Ganzjährig ist *I. metallica* nur im Mittelmeer und vor der Ostküste Nordamerikas vertreten. Die vorherrschenden Oberflächenströmungen des Nordatlantiks (Golfstromsystem) lassen vermuten, dass sich die Tiere, die an der europäischen Westküste gefunden werden, aus der nordamerikanischen Population rekrutieren. Jedoch sind die Abundanzen von *I. metallica* vor der Ostküste Nordamerikas gering, so dass eine regelmäßige Wiederbesiedlung europäischer Gewässer ausschließlich aus dieser Region unwahrscheinlich erscheint.

In der vorliegenden Arbeit wurde ermittelt, welche Mechanismen die jährliche Wiederbesiedlung NW-europäischer Gewässer durch *I. metallica* ermöglichen. Zusätzlich wurden experimentell der Ausgang und die zugrundeliegenden Mechanismen einer wahrscheinlichen Konkurrenzbeziehung untersucht, die aus einer Konfrontation von *I. metallica* mit der einheimischen Art *Idotea baltica* resultieren. Die Untersuchungen sollen dazu beitragen, die Konsequenzen des Auftretens dieser exotischen Art in der Nordsee abzuschätzen.

Auf Treibgut im Mittelmeer wurden kleine Populationen von *I. metallica* von bis zu 55 Individuen gefunden. Die Populationen wiesen Tiere aller Entwicklungsstadien auf, was zeigt, dass sich *I. metallica* erfolgreich auf treibenden Objekten reproduziert, wodurch die lokalen Populationen eigene, unabhängige Dynamiken erhalten. Die Gesamtheit dieser lokalen Populationen weist alle Strukturen einer marinen Metapopulation auf. Bei den durchschnittlichen Strömungsgeschwindigkeiten des Golfstroms dauert eine Drift von Amerika nach Europa mehrere Monate, so dass es unwahrscheinlich ist, dass einzelne Tiere die vollständige Distanz zurücklegen. Somit kann auch für den Nordatlantik eine solche Metapopulation aus kleinen, sich

selbsterhaltenden Populationen auf treibenden Objekten angenommen werden. Obwohl milde Wintertemperaturen die Ausbreitung von *I. metallica* in der Nordsee durch die Verlängerung der jährlichen Reproduktionsperiode fördern, vermindert eine Erhöhung der Sommertemperaturen (z.B. im Rahmen eines globalen Klimawandels) das Populationswachstum der Art. Die experimentell ermittelte Populationswachstumsrate, die gleichzeitig als ein Maß der Fitness der Tiere herangezogen werden kann, sank bei Temperaturen oberhalb von 16°C deutlich ab. Die Art toleriert somit nur einen geringen Temperaturbereich, wie er z.B. im Bereich des Golfstromes vorzufinden ist. Die Metapopulation erstreckt sich somit vermutlich entlang des Golfstroms und gewährleistet einen permanenten Eintrag kleiner Populationen in die Nordsee, die dann in den Sommermonaten regelmäßig einen auffälligen Bestand ausbilden.

Idotea baltica hingegen war durch erhöhte Sommertemperaturen nicht beeinträchtigt. Die Art zeigt eine hohe Toleranz gegenüber starken Temperaturschwankungen, wie sie in flachen, überwiegend kontinental beeinflussten Schelfmeeren wie der Nordsee auftreten.

Treibende Makroalgen dienen darauf lebenden herbivoren Organismen nicht nur als Besiedlungssubstrat sondern zusätzlich auch als Nahrung, was die Lebensdauer dieser Kleinhabitate vermindert. Auf abiotischen Objekten hingegen stehen den Tieren als Nahrung überwiegend nur andere siedelnde Organismen sowie das umgebende Zooplankton zur Verfügung, welches aufgrund seiner ungleichmäßigen Verteilung im Ozean nur temporär verfügbar ist. Diese Substrate bieten den Tieren somit suboptimale Nahrungsbedingungen, gewährleisten aber aufgrund ihrer Beständigkeit gegen biologischen Abbau eine effiziente Verbreitung. *Idotea metallica* zeigte sich an diese Nahrungsbedingungen gut angepasst. Die Populationswachstumsrate war bei Mischnahrung zwar am höchsten aber durch das Fehlen pflanzlicher Nahrung trotz einer verminderten Fertilität der Weibchen und einer verzögerten Juvenilentwicklung nur geringfügig beeinträchtigt. Die Art ist somit omnivor, weist aber eine starke Tendenz zur Karnivorie auf, was ihr ermöglicht, weitgehend auf pflanzliche Nahrung zu verzichten. Daher wurden in Experimenten angebotene pflanzliche Substrate von *I. metallica* nur in geringem Maße zerstört. Bei fehlender tierischer Nahrung hingegen reproduzierten sich die Tiere nicht. Für *Idotea metallica* ist tierische Nahrung somit unerlässlich.

Idotea baltica wies ebenfalls die höchsten Populationswachstumsraten bei Mischnahrung aus tierischer und pflanzlicher Nahrung auf, jedoch war diese Art durch das Fehlen der pflanzlichen Nahrungskomponente stark beeinträchtigt. *Idotea baltica* zeigt somit in ihrer Omnivorie eine starke Tendenz zur Herbivorie und zerstörte daher auch pflanzliche Substrate deutlich schneller als *I. metallica*. Das Fehlen einer der beiden Nahrungskomponenten beeinträchtigte auch hier die Fertilität der Weibchen und die Entwicklungsrate der Jungtiere. Bei einer langfristigen Besiedlung von abiotischen Objekten wäre bei *I. baltica* also mit einer deutlichen Beeinträchtigung der Tiere aufgrund suboptimaler qualitativer Ernährung zu rechnen.

Auch war *I. baltica* durch quantitative Nahrungslimitierung stärker beeinträchtigt als *I. metallica*. *Idotea baltica*-Jungtiere überstanden nur eine vergleichsweise kurze Hungerperiode. Im optimalen Ernährungszustand hatten adulte *I. baltica* einen geringeren Gesamtlipidgehalt als adulte *I. metallica*. Dieser blieb auch nach unterschiedlich langen Hungerperioden konstant, was darauf hindeutet, dass *I. baltica* neben Lipiden andere körpereigene Speicherstoffe wie Kohlenhydrate und Proteine in gleichem Maße aufzehrt. Bei *I. metallica* hingegen war zu Beginn der Hungerperiode eine deutliche Abnahme des Gesamtlipidgehalts zu verzeichnen, was zeigt, dass andere körpereigene Speicherstoffe zunächst verschont bleiben. Dies stellt eine Anpassung an häufig auftretende Hungerperioden dar.

Hinsichtlich der qualitativen und quantitativen Nahrungsansprüche scheint *I. metallica* also besser an eine langfristige epipelagische Lebensweise angepasst zu sein als *I. baltica*.

Unter räumlich limitierten Bedingungen (5-Liter-Mikrokosmen) waren beide Arten in der Lage, in Reinkulturen über einen Zeitraum von 24 Wochen stabile Populationen auszubilden. Allerdings oszillierte die Populationsdichte von *I. baltica* stark, wodurch ein hohes stochastisches Risiko der Populationsextinktion und damit eine Sensibilität gegenüber zufälligen Umweltveränderungen besteht.

In Mischkulturen wurde *I. metallica* stets von *I. baltica* verdrängt. Allerdings zeigte sich bei Anwendung des Lotka-Volterra-Konkurrenzmodells, dass unter erhöhten Sommertemperaturen (20°C) und in Abwesenheit von pflanzlicher Nahrung Dichteverhältnisse aus Tieren beider Arten existieren, bei denen eine Koexistenz theoretisch möglich ist oder sich *I. metallica* sogar gegen *I. baltica* durchsetzen sollte. Da Nahrung in den Versuchen stets im Überfluss angeboten wurde, kann eine

Konkurrenz um Ressourcen weitgehend ausgeschlossen werden. Vielmehr liegt hier eine direkte Interferenzkonkurrenz zwischen den beiden Arten vor. Die Jungtiere beider Arten werden von arteigenen sowie von artfremden Adulten gefressen. Dabei üben subadulte Weibchen den stärksten Fraßdruck auf die Jungtiere aus. Da die Jungtiere beider Arten keinen effizienten Fraßschutz aufweisen, werden sie in gleichem Maße von den Adulten gefressen. Die adulten Tiere sind jedoch in der Lage, zwischen arteigenen und artfremden Jungtieren zu unterscheiden, wodurch die jeweils arteigenen Jungtiere weniger stark gefressen werden. Der Ausgang der Konkurrenz wird somit vor allem durch das Dichteverhältnis beider Arten zueinander bestimmt. Da *I. baltica* meist eine höhere Populationswachstumsrate und eine höhere Kapazität aufwies, ist es wahrscheinlich, dass *I. metallica* in den meisten Fällen einer Konfrontation mit *I. baltica* unterliegen wird. *Idotea baltica* ist in den Küstengewässern der Deutschen Bucht die zahlenmäßig dominierende Art auf treibenden Objekten. *Idotea metallica* wird sich daher in diesem Seegebiet wahrscheinlich nicht durchsetzen können. In größerer Entfernung zur Küste jedoch, wo beständige abiotische Objekte einen größeren Anteil am gesamten Treibgut haben, hat *I. metallica* aufgrund der Toleranz gegenüber qualitativer und quantitativer Nahrungslimitierung eine höhere Wahrscheinlichkeit, gegen *I. baltica* zu bestehen. Somit ist zu erwarten, dass die Verbreitung von *I. metallica* weitgehend auf abiotische Objekte auf der offenen See beschränkt bleibt, wie es im Mittelmeer beobachtet wurde, wo nur sehr wenige treibende Makroalgen im Neuston gefunden wurden.