

Analysing consumption rate and prey preferences of *Carcinus maenas* L. (List, Sylt)

Michel Schmidt; michel.schmidt@student.hu-berlin.de

Vivian Schunke; schunkev@hu-berlin.de

Abstract

The recent spreads of *Carcinus maenas* alongside parts of the worldwide shorelines indicate the importance of further experiments concerning the behavior of this invasive member of the family Portunidae. The natural habitat of these crabs ranges from open sand beaches and marshes to the preferred rocky coasts, which provide better protection and more accessible nutriments. In order to determine what factors influenced territorial behavior of *Carcinus maenas* we designed laboratory experiments. Each crab was provided with a small shelter and we investigated if and when a crab is able to defend its hideout. We examined the influence of sex, size, and starting position on the success rate. We discovered that the size had the main impact on the outcome of the struggle for shelter. Sex and starting position had minor impacts on the outcome of the experiments..

Einleitung

Die Gemeine Strandkrabbe (*Carcinus maenas* L.), deren natives Verbreitungsgebiet im Nord-Ost-Atlantik liegt und die mittlerweile in zahlreiche andere Meere vorgedrungen und dort invasiv ist (Trussell & Smith, 2000), galt schon in früherer Zeit als Modellorganismus für die Studie von Räuber-Beute-Beziehungen (Elner & Hughes, 1978). In den hiesigen Breiten bewohnt sie in den wärmeren Monaten das Eulitoral und zieht sich in den Wintermonaten ins Sublitoral (Ropes, 1968) zurück. *C. maenas* gilt als omnivor, und obwohl Bivalvia als Hauptbeute gelten (Ropes 1968, Raffaelli et al. 1989) ist auch die Prädation anderer Organismen, wie Polychaeten (*Hediste diversicolor*) und selbst Decapoden (*Crangon crangon*) beschrieben worden (Baeta et al., 2006).

Im Ökosystem Wattenmeer an der Deutschen Bucht gilt *C. maenas* als Schlüsselart und ernährt sich hauptsächlich von Mollusken, darunter auch der Miesmuschel (*Mytilus edulis*). Die Gewöhnliche Strandschnecke (*Littorina littorea*) ist im selben Habitat und mitunter direkt auf den Muscheln zu finden, sodass davon ausgegangen werden kann, dass diese auch von *C. maenas* prädatiert wird. Während einige Studien auf das Risiko-Verhalten (Haefker, 2010) und andere auf die Profitabilität (Smallegange & van der Meer, 2003) der Beuteorganismen eingehen, gibt

es bisher keine Untersuchung, die *C. maenas* bezüglich der Präferenz auf eine dieser beiden Weichtiere hin getestet hat.

Ziel der vorliegenden Studie war es, herauszufinden, ob bei gleichzeitigem Angebot beider Beuteorganismen eine Präferenz erkennbar ist. Im Detail wurden Konsumptionsraten der Krabben am Standort Sylt erhoben und analysiert, inwiefern sich diese für die einzelnen Beuteorganismen voneinander unterscheiden. Ferner wurde ermittelt, ob sich die Konsumptionsrate ändert, wenn die Nahrung mit beschädigtem Gehäuse dargeboten und so die Handhabungszeit (handling time) um den Parameter Aufbrechzeit (breaking time) reduziert wird.

Es wurden die Hypothesen getestet, ob die Konsumptionsrate von *C. maenas* in den Einzelversuchen bei Beute mit manipulierter Schale höher ist als bei unversehrter Beute (H1), und ob unabhängig der Vorbehandlung mehr Muscheln als Schnecken gefressen werden (H2). Dies steht zu erwarten, da die Muschelschalen leichter zu knacken sind als die Gehäuse der Schnecken und pro Individuum auch mehr Fleisch verfügbar ist. Zusätzlich wurde noch untersucht, ob in einem Präferenzversuch, bei dem *C. maenas* beide Beuteorganismen in manipuliertem Zustand angeboten wurden, auch unter diesen Bedingungen bevorzugt *M. edulis* gefressen werden (H3).

Material und Methoden

Gesammelt wurden adulte Männchen (mittlere Carapaxlänge: 3,6 cm) der Gemeinen Strandkrabbe (*C. maenas*, 36 Individuen) wie auch ihre Beutetiere, die Miesmuschel (*M. edulis*) sowie die Gemeine Strandschnecke (*L. littorea*) in ausreichender Anzahl am Strand von List (Sylt) unweit des Hafens. Als Auswahlkriterium geeigneter *C. maenas* war das Vorhandensein unbeschädigter Chelae ausschlaggebend. Die Tiere wurden separat in einzelnen, kontinuierlich mit Frischwasser versorgten Meerwasserbehältern nach Sammlung einen Tag ohne Nahrung gehalten.

Für den ersten Teil der Analyse der Konsumptionsraten bezogen auf die jeweils unversehrten Beutetiere wurden je 24 *C. maenas* ausgewählt. 12 davon erhielten für den Versuch 20 g *M. edulis* (entspricht etwa 3 mittelgroßen Muscheln einer Schalenlänge von durchschnittlich 3 – 4 cm) die anderen 12 erhielten 20 g *L. littorea* (was etwa 6 – 7 durchschnittlich großen, adulten Schnecken entspricht). Für die Untersuchung der Konsumptionsraten wurden die Beutearten durch Beschädigung der Schalen manipuliert. Diese wurden dann an 24 Krabbenindividuen in gleicher Menge

wie oben angegeben verfüttert. Die Schalen wurden aufgeknackt bzw. angebrochen, das Gewebe der Weichtiere jedoch nicht separiert. Die Versuche wurden nach vier Stunden beendet. Insgesamt wurden also für jede Behandlung (Muschel intakt, manipuliert; Schnecke intakt, manipuliert) je 12 Wiederholungen durchgeführt. Im Rahmen des Experimentes zur Prädatorenpräferenz wurden am darauffolgenden Tag alle Krabben untersucht. Ihnen wurden gleichzeitig *M. edulis* und *L. littorea* mit beschädigter Schale in den Versuchsbecken zur Verfügung gestellt, je 20 g pro Beutearart. Nach allen Versuchsreihen wurden die nicht verzehrten *M. edulis* und *L. littorea* aus den Becken entfernt, mit Tüchern abgetrocknet und gewogen, um mittels Herausrechnen des Restgewichtes den Wert für die verzehrten Tiere zu errechnen.

Die Darstellung der Mittelwerte und Standardfehler erfolgte mittels Excel. Auf eine Überprüfung auf Signifikanz wurde aufgrund der zu geringen Stichprobenzahl verzichtet.

Tabelle 3. Arithmetisches Mittel (n = 24) gefressener Beutearten in (g) respektive Standardabweichung und Standardfehler gesamt (*M. edulis* + *L. littorea*) je intakt und manipuliert. Anfangsgewicht Beute: je 20 g..

	intakt	manipuliert
Mittelwert	0,54	3,91
STAB	1,32	1,66
SEM	0,275	0,346

Tabelle 1. Anzahl der bestimmten Organismen verschiedener Großgruppen in vier Schlickwattproben.

	<i>M. edulis</i>		<i>L. littorea</i>			
	gesamt	Schale	Fleisch	gesamt	Gehäuse	Fleisch
Mittelwert	6,71	5,43	1,28	2,93	2,07	0,86

Tabelle 2. Arithmetisches Mittel (n = 12) gefressener Beutearten in (g) respektive Standardabweichung und Standardfehler beider Beutearten je intakt und manipuliert. Anfangsgewicht Beute: je 20 g.

	<i>M. edulis</i> intakt	<i>M. edulis</i> manipuliert	<i>L. littorea</i> intakt	<i>L. littorea</i> manipuliert
Mittelwert	1,09	4,96	0	2,84
STAB	1,73	1,83	0	1,32
SEM	0,521	0,488	0	0,381

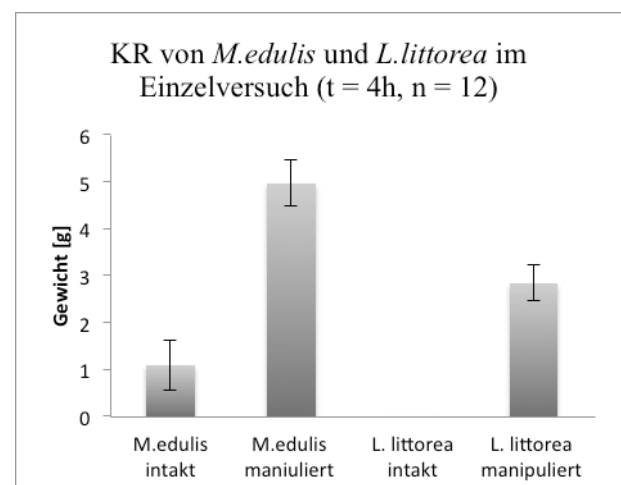


Abb. 1. Vergleich der Konsumptionsrate (KR) in g/4h der einzelnen Beutearten (je 20 g) intakt und manipuliert..

Ergebnisse

Die Vermessung von 20 *M. edulis*-Individuen ergab ein Durchschnittsgewicht von 6,71 g pro Muschel, wovon allein die Schale 5,43 g wog, womit sich im Schnitt 1,28 g verzehrbare Muschelfleisch pro Individuum ergeben. Die Vermessung von 20 *L. littorea*-Individuen ergab ein Durchschnittsgewicht von 2,93 g pro Schnecke, davon 2,07 g Gehäuse und 0,86 g Fleisch (Tab. 1).

Insgesamt konsumierte *C. maenas* in den Einzelversuchen durchschnittlich 1,09 g *M. edulis*-Fleisch (Tab. 2). Wenn die Handhabungszeit um die Parameter Erkennungszeit (recognition time) und Aufbrechzeit (breaking time) reduziert wurde, sie das Fleisch also tatsächlich nur fressen musste, konsumierte die Art im selben 4-Stunden-Ansatz wesentlich mehr. Intakte *L. littorea* wurden nicht verzehrt, manipulierte hingegen schon (Abb. 1). Insgesamt wurde unabhängig von der angebotenen Beuteart (Abb. 2) mehr von den Individuen mit beschädigtem Gehäuse gefressen als mit intaktem (Tab. 3). Vergleicht man die Konsumtion von Muscheln und Schnecken untereinander, so wurden ebenfalls mehr *M. edulis* (2,92 g) als *L. littorea* (1,53 g) gefressen (Tab. 4, Abb. 3).

Im Präferenzversuch (Abb. 4), wo jedem Krabbenindividuum 40 g Beute angeboten wurden (je 20 g pro Beuteart), wurden mehr *M. edulis* als *L. littorea* gefressen (Tab. 5).

Tabelle 4. Arithmetisches Mittel (n = 24) gefressener Beutearten in (g) respektive Standardabweichung und Standardfehler unabhängig der Behandlung (intakt + manipuliert). Anfangsgewicht Beute: je 20 g.

	<i>M. edulis</i>	<i>L. littorea</i>
Mittelwert	2,92	1,53
STAB	2,48	1,79
SEM	0,518	0,374

Tabelle 5. Arithmetisches Mittel (n = 18) gefressener Beutearten in (g) respektive Standardabweichung und Standardfehler im Präferenzversuch bei gleichzeitigem Angebot beider Beutearten manipuliert. Anfangsgewicht Beute: je 20 g pro Krabbe.

	<i>M. edulis</i> manipuliert	<i>L. littorea</i> manipuliert
Mittelwert	4,79	3,52
STAB	1,60	1,94
SEM	0,270	0,328

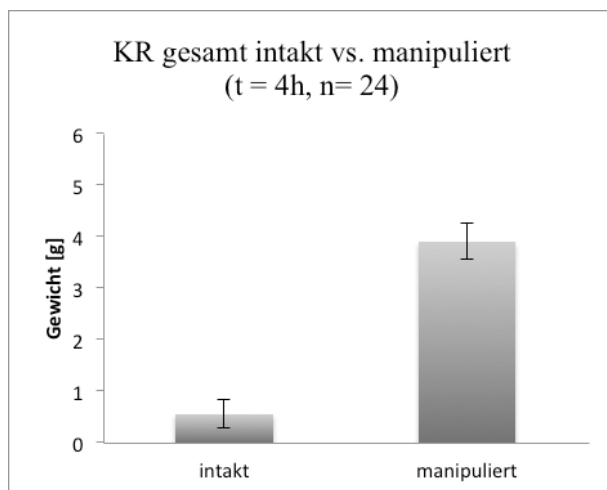


Abb. 2. Vergleich der Konsumptionsrate (KR) in g/4h gesamt (*M. edulis* + *L. littorea*, je 20 g) intakt und manipuliert.

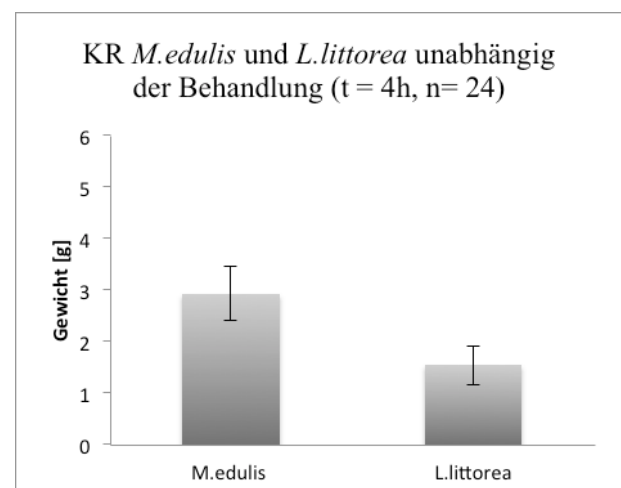


Abb. 3. Vergleich der Konsumptionsrate (KR) in g/4h der beiden Beutearten je 20 g unabhängig der Behandlung.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen ganz klar, dass unabhängig von der Behandlung mehr Muscheln als Schnecken gefressen wurden. Für die Aufbrechzeit (breaking time) der *M. edulis*-Individuen konnten bei allen *C. maenas* die Techniken zum Öffnen der Schale beobachtet werden, die bereits Elnor & Hughes (1978) als crusher technique und Ameyaw-Akumfi & Hughes (1987) als cutter technique beschrieben. Die Muscheln wurden entweder mit der Greifschere gehalten, um sie mit der Knackschere zu zerbrechen, oder sie wurden entlang der Naht der aufeinanderliegenden Schalenhälften bearbeitet, um sie zu öffnen. Jedoch gelang dies nur vier der 12 Krabben dieses Versuchs, welche dann im Schnitt 3,26 g der ursprünglich geschlossenen Muscheln fraßen. Auf alle 12 Replikate gerechnet betrug das Gewicht der verzehrten Beute jedoch nur 1,03 g. Dies entspricht etwa dem Gewicht des Fleisches einer einzigen mittelgroßen *M. edulis*, wenn man das Schalgewicht, bei uns im Schnitt etwa 5,43 g, herausrechnet. Kamermans et al. (2009) konnten eine Konsumptionsrate von 23 Muscheln pro *C. maenas* herausrechnen. Ihr Experiment indes bezog sich auf sehr junge und kleine Muscheln bis maximal zwei Zentimeter.

Smallegange & van der Meer (2003) konnten aufzeigen, dass *C. maenas* bevorzugt kleinere *M. edulis* fressen als jene, die für sie energetisch hinsichtlich der Größe die profitabelste wären, um die Gefahr von Scherenschäden zu minimieren. Zieht man in Betracht, dass in unserem Versuch stets Muscheln ausgewählt wurden,

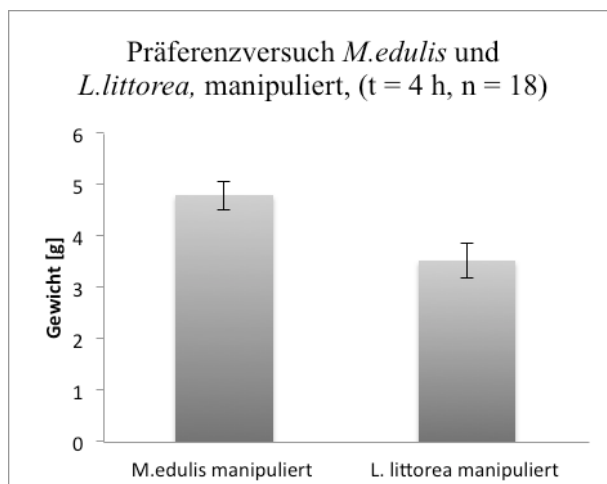


Abb. 4. Vergleich der Konsumptionsrate (KR) in g/4h im Präferenzversuch bei gleichzeitigem Angebot beider Beutearten zu je 20 g manipuliert

deren Länge geringer war als die der Chelipeden, mag verwirrend erscheinen, dass dennoch eine so geringe Konsumptionsrate erreicht wurde und acht Individuen die Muscheln überhaupt nicht zerknackten. Von denen konnte bei sieben die Erkennungszeit (recognition time) beobachtet werden (Elnor & Hughes, 1978), also das 1 – 2 sec. andauernde Betasten der Beute vor dem Entschluss, diese zu knacken oder eine andere aufzusuchen. Einer zeigte gar keine Reaktion auf die angebotene Beute. Smallegange & van der Meer (2003) ließen ihre Versuchstiere eine Woche hungern, um zu gewährleisten, dass alle Individuen bei Versuchsbeginn an Nahrung Interesse zeigten. Ferner behielten sie sie noch einige Tage nach Beenden der Versuche im Labor, um auszuschließen, dass ihr Nahrungsverhalten zeitlich auf eine bevorstehende Häutung zurückzuführen ist.

Im Präferenzversuch, wo die Schalen manipuliert wurden, wurde *L. littorea* ähnlich häufig gefressen wie *M. edulis*. Dieses Ergebnis zeigt, dass tatsächlich die Brechzeit, die bei dem Gehäuse der Schnecke anfällt, den Ausschlag dafür geben könnte, dass diese seltener prädatiert wird. Eschweiler et al. (2009) konnten für den Standort Sylt aufzeigen, dass die Gehäuse der Schnecken auf den Felsen im oberen Eulitoral („rocky shores“) signifikant stärker ausgebildet sind als jene, die auf dem Benthos vorkommen. Möglicherweise fielen die Ergebnisse anders aus, würden Krabben und Schnecken des Benthos untersucht und dies verglichen mit den Werten, die wir für die rocky shores im oberen Eulitoral erzielten. Auch wenn die *L. littorea*-Individuen im manipulierten Zustand häufiger gefressen wurden als die intakten (Abb. 1), so wurden insgesamt unabhängig von der Vorbehandlung des Gehäuses mehr *M. edulis* gefressen als *L. littorea* (Abb. 3). Die Muscheln scheinen also tatsächlich bevorzugt zu werden. Der Präferenzversuch (Abb. 4) könnte in weiterführenden Experimenten mit intakten Individuen in einem größeren Umfang durchgeführt werden

Es konnte gezeigt werden, dass unabhängig davon, ob die Aufbrechzeit (breaking time) vorhanden war oder nicht, mehr Muscheln als Schnecken gefressen wurden. Ob dies daran liegt, dass die Strandschnecken unhandlicher und schwerer zu öffnen sind, lediglich 0,86 g Fleisch

im Durchschnitt haben, oder ob sie einfach schlechter schmecken, das bleibt wohl letztlich *Carcinus maenas* überlassen.



Abb. 5. Beobachtung der recognition time bei *C. maenas*.

Literatur

Ameyaw-Akumfi, C. & Hughes, R. N. (1987): Behaviour of *Carcinus maenas* feeding on large *Mytilus edulis*. How do they assess the optimal diet? *Marine Ecology Progress Series* 38: 213 – 216.

Baeta, A.; Cabral, H., N.; Marques, J. C.; Pardal, M. A. (2006): Feeding ecology of the Green Crab, *Carcinus maenas* (L., 1758) in a temperate estuary, Portugal. *Crustaceana* 79 (10): 1181 – 1193.

Elnor, R.W. & Hughes, R.N. (1978): Energy maximization in the diet of the shore crab, *Carcinus maenas*. *Journal of Animal Ecology*, 47: 103 – 116.

Eschweiler, N.; Molis, M. & Buschbaum, C. (2009): Habitat-specific size structure variations in periwinkle populations (*Littorina littorea*) caused by biotic factors. *Helgoland Marine Research* 63: 119 – 127.

Haefker, N. S. (2010): Effekte spezifischer Merkmale von Räuber (*Carcinus maenas*) und Beute (*Littorina littorea*) auf die Wirksamkeit von Risiko-Signalen. Bachelor-Thesis. Universität Bremen.

Kamermans, P.; Blankendaal, M.; Perdon, J. (2009): Predation of shore crabs (*Carcinus maenas* (L.)) and starfish (*Asterias rubens* L.) on blue mussel (*Mytilus edulis* L.) seed from wild sources and spat collectors. *Aquaculture* 290: 256 – 262.

Raffaelli, D.; Conacher, A.; McLachlan, H.; Ernes, C. (1989): The role of epibenthic crustacean predators in an estuarine food web. *Est. coast. Shelf Sci.*, 28: 149 – 160.

Ropes, J., W. (1968): The feeding habits of the green crab, *Carcinus maenas* (L.). *Fishery Bulletin* 67: 183 – 203.

Smallegange, I. M.; van der Meer, J. (2003): Why do shore crabs not prefer the most profitable mussels? *Journal of Animal Ecology* 72: 599 – 607.

Trussell, G. C., Smith, L. D. (2000): Induced defenses in response to an invading crab predator: An explanation of historical and geographic phenotypic change *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 97: 2123 – 2127.