

# Der Einsiedlerkrebs - Ein Tier mit Persönlichkeit? Auswirkungen von Stressfaktoren bei *Pagurus bernhardus* (Crustacea: Decapoda)

Burchardi, Anja; anja.burchardi@gmx.de  
Nickel, Marie; marie.nickel@hu-berlin.de  
Ohlrogge, Carina; carina.ohlrogge@hu-berlin.de

## Abstract

Personality in animals has been studied on many different species and is based on the observation and investigation of behavioural traits. The common hermit crab, *Pagurus bernhardus*, indigenous to the mud flats in the North Sea, is known to feel pain and to directly react to negative experiences. To investigate if such reaction is specific regarding individuals, or if this reaction occurs randomly, two different environmental stressors have been simulated on 78 hermit crabs. After each stressor, time was measured until the hermit crab emerged its forelimbs out of the shell. 32 hermit crabs did not show similar responses in both trials, while 46 hermit crabs responded similar. Thus, the study provides evidence that hermit crabs do not respond due to a certain personality but react randomly to different stressors.

## Introduction / Einleitung

*Pagurus bernhardus* ist ein Vertreter der Mittelkrebse (Anomura) und zählt zu den Zehnfüßkrebse (Decapoda). Durch ihr nacktes, unsegmentiertes und nach rechts spiralisiertes Abdomen unterscheidet sich *P. bernhardus* von anderen Vertretern der Anomura. Der Einsiedlerkrebs gehört zu der Überfamilie Paguroidea und wird der Gattung Pagurus zugeordnet (Lancaster, 1988).

*P. bernhardus* ist die einzige heimische Einsiedlerkrebse im Wattenmeer der Nordsee und kommt auf Hart- und Weichböden in den Prielen und in Gezeitentümpeln mit Muschelkies vor. Zum Schutz des nackten und weichen Abdomens dienen leere Gehäuse verschiedener Gastropoden (Gravel, 2004). Diese Gehäuse müssen je nach Einsiedlerkrebs in Größe, Form und Stärke variieren und erschweren die Angriffsmöglichkeit der Prädatoren (Lancaster, 1988). Die an der Küste lebenden Möwen gehören zu den Fressfeinden der Einsiedlerkrebse (Reese, 1962). Da diese vorwiegend Schnecken und Muscheln sammeln, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass ein Schneckengehäuse mit einem Einsiedlerkrebs aufgenommen wird (Reese, 1962). Möwen lassen die Schnecken aus dem Flug fallen, sodass die Kalkschalen aufbrechen und die Vögel besser an den Inhalt herankommen (Reese, 1962). Neben dem Stressor Prädatoren stellt auch das Einregnen im Watt

eine große Herausforderung für die Einsiedlerkrebse dar. Die marinen Lebewesen sind an die osmotischen Bedingungen des Meerwassers angepasst (Khan et al. 1981). Es wurde gezeigt, dass Einsiedlerkrebse im Süßwasser weniger als drei Stunden überleben (Davenport et al. 1980).

Es wurden bereits verschiedene Verhaltensmuster bei Crustacea dargelegt, wobei der Einsiedlerkrebs einer der meist untersuchtesten Krebstiere ist. In einer Arbeit von Briffa et al. (2008) wurde festgestellt, dass die Einsiedlerkrebspopulation eines Standorts konsistent auf Stressfaktoren reagierte. Daraus wurde abgeleitet, dass die Individuen innerhalb einer Population eine Persönlichkeit hatten (Briffa et al. 2008). Des Weiteren zeigte ein Vergleich von drei Standorten, dass die Reaktionsmuster pro Standort unterschiedlich waren (Briffa et al. 2008).

In der folgenden Arbeit wurde die Einsiedlerkrebspopulation des noch nicht untersuchten Standortes des Wattenmeeres der Nordsee bei List auf Sylt analysiert. Es gilt herauszufinden, ob zwei Stressfaktoren eine gleiche Verhaltensreaktion bei *P. bernhardus* auslösen und dadurch den Einsiedlerkrebsen eine Persönlichkeit zugeschrieben werden kann.

## Material & Methods / Material & Methoden

### Versuchstiere

Die Versuchstiere wurden zwischen dem 27.09. und 30.09.2019 im Wattenmeer der Nordsee bei List auf Sylt gesammelt (55°01'25.4"N 8°26'19.0"E). Insgesamt wurde in diesem Zeitraum eine Stichprobe von 78 Tieren aus einem Gezeitentümpel während Niedrigwasser entnommen. Die gesammelten Einsiedlerkrebse wurden im Labor des Alfred-Wegener-Institut (AWI-Wattenmeerstation Sylt), Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, untersucht. Allen Versuchstieren diente die Strandschnecke *Littorina littorea* als Gehäuse, welche jeweils mit Seepocken oder Polypen bewachsen war. Die Gehäuse hatten eine durchschnittliche Größe von  $1,6 \pm 0,2$  cm. Da andere Verhaltensversuche keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Verhaltensmustern von männlichen und weiblichen Tieren gezeigt haben (Winston und Jacobson, 1978) wurde vereinfachend auf eine Bestimmung der Geschlechter im vorliegenden Versuch verzichtet.

### Versuchsaufbau

Die gesammelten Exemplare von *P. bernhardus* wurden in separaten Gefäßen gehalten. Um die Bedingungen so einheitlich und natürlich wie möglich zu gestalten, wurde jedes Gefäß mit frischem Meerwasser, Muscheln, Sediment und Algen ausgestattet, um den Einsiedlerkrebsen sowohl Nahrung als auch Kletter-, und Versteckmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen (s. Abb. 1). Die Algen und das Sediment wurden am jeweiligen Versuchstag gesammelt.

### Reaktionstests

Um untersuchen zu können, ob die Stressreaktionen der Versuchstiere einem persönlichen Muster folgen oder abhängig vom Stressfaktor sind, wurden zwei Versuche durchgeführt. Nach einer ersten Akklimatisierungsphase von 60 Minuten im Versuchsgefäß wurde jedes Individuum aus einer Höhe von 85 cm auf eine feuchte Sandschicht (2 cm) fallen gelassen. Die Zeit ab dem Zeitpunkt des Aufpralls bis zum Herausstrecken der vorderen Extremitäten wurde gemessen und dokumentiert. Anschließend wurden die Versuchstiere in ihr jeweiliges Versuchsgefäß zurückgesetzt und das Wasser gegen frisches Meerwasser ausgetauscht. Es folgte eine weitere Akklimatisierungsphase von 60 Minuten. Für den zweiten Verhaltensversuch wurden die Einsiedlerkrebse für fünf Sekunden in Süßwasser eingetaucht und wieder in ihr Versuchsgefäß gesetzt. Auch hier wurde die Zeit ab dem Zeitpunkt des Absetzens bis zum Herausstrecken der vorderen Extremitäten gemessen. Nachdem alle Versuchstiere getestet wurden, wurden sie wieder im Wattgebiet freigesetzt.

### Datenauswertung

Die Reaktionszeiten wurden tabellarisch erfasst. Die Mittelwerte und Standardabweichungen wurden ermittelt, um die Proben in je zwei Kategorien einzuteilen: Die Reaktionszeit war entweder schneller oder langsamer als der Mittelwert. Schließlich wur-



**Abb. 1:** Versuchsaufbau mit Gefäßen für die Versuchstiere. Die Gefäße waren ausreichend mit frischem Meerwasser gefüllt, welches nach dem ersten Versuch ausgetauscht wurde. Sediment, Algen und verlassene Muschelschalen dienen als Versteck- und Klettermöglichkeiten. Die Versuchsgefäße dienen der Akklimatisierung der Versuchstiere und jedes Gefäß enthielt ein Individuum *P. bernhardus*.

den die Ergebnisse miteinander verglichen und der Index "gleiche Reaktion" auf beide Stressfaktoren vergeben, wenn die Reaktionszeit gleich, d.h. bei beiden Reaktionstests jeweils schneller oder jeweils langsamer als der Mittelwert waren. Bei einem ungleichen Reaktionsmuster wurde der Index "verschieden" vergeben. Die Index-Zählungen wurden relativ auf die Stichprobenzahl bezogen.

Da die ermittelten Indexwerte einer Binomialverteilung unterliegen, wird die Wahrscheinlichkeit für eine gleiche Reaktion auf verschiedene Stresstests in einer Bernoulli-Kette der Länge  $n=78$  (Probenzahl) berechnet. Die Nullhypothese  $H_0: p \leq 0,5$  nimmt an, dass es keine Reaktionsmuster gibt, also dass die Wahrscheinlichkeit für eine gleiche Reaktion  $\leq 50\%$  ist. Die Gegenhypothese  $H_1: p > 0,5$  postuliert, dass Einsiedlerkrebse eine Persönlichkeit haben, da

ihre Reaktionen auf die Stressfaktoren nicht zufällig sind. Ihre Reaktion auf zwei Stressfaktoren würde also zu  $> 50\%$  gleich sein. Für eine Berechnung der Irrtumswahrscheinlichkeit wurde eine kumulative Binomialverteilung angenommen. Ein rechtsseitiger Hypothesentest mit einem Signifikanzniveau von  $5\%$  wurde durchgeführt, um zu entscheiden, ob die Nullhypothese abgelehnt oder angenommen werden kann. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mithilfe von Excel 2010, Microsoft Corporation, berechnet (s. Formel 1).

$$\alpha = P(X \geq k) = 1 - P(X \leq k - 1) = 1 - \sum_{i=k}^n \binom{n}{i} \cdot p^i \cdot (1-p)^{n-i}$$

**Formel 1:** Berechnung der oberen kumulativen Verteilfunktion der Stichprobe. Irrtumswahrscheinlichkeit bzw.  $\alpha$ -Fehler ( $\alpha$ ), Probenzahl ( $n=78$ ), Wahrscheinlichkeit, dass  $k$  Treffer eintreten ( $p=0,5$ ), Anzahl der Treffer ( $k=46$ ), Wahrscheinlichkeit ( $P$ ), binomialverteilte Zufallsvariable ( $X$ ).

## Results / Ergebnisse

Um zu überprüfen, ob jedes Individuum der Art *P. bernhardus* bei beiden Stressfaktoren gleich oder verschieden reagiert, wurde ihr Verhalten *ex situ* analysiert.

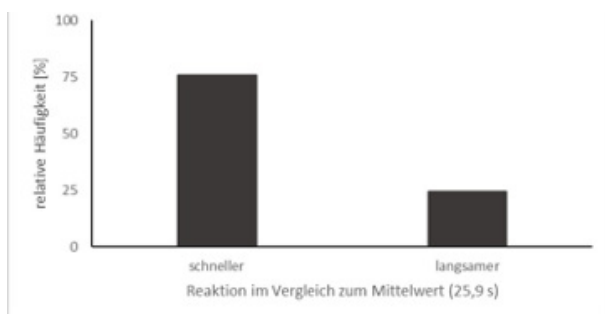
### Stressfaktor 1: Fall aus 85 cm Höhe

Nachdem die Versuchstiere aus ihren Versuchsgefäßen entnommen wurden, zogen sie sich in das Schneckengehäuse zurück. In dieser Position wurden sie aus einer Höhe von 85 cm auf eine 2 cm Sandschicht fallen gelassen. Die durchschnittliche Zeit vom Aufprall bis zur ersten Mobilisierung von *P. bernhardus* betrug 25,9 s. Die mittlere Abweichung

war mit 35,6 s sehr hoch. Die kürzeste Reaktionszeit betrug 1,8 s, die längste 173,4 s. 59 von 78 Einsiedlerkrebse streckten die vorderen Extremitäten schneller heraus als der Durchschnitt ( $=25,9$  s), das entspricht  $75,6\%$  (s. Abb. 2). 19 Einsiedlerkrebse bzw.  $24,4\%$  waren langsamer als der Durchschnitt (s. Abb. 2). Die Versuchstiere reagierten also unterschiedlich auf die Stresssituation, obwohl die Versuchsbedingungen und Merkmale der Versuchstiere einheitlich gewählt wurden.

### Stressfaktor 2: Süßwasser

Bei dem zweiten Verhaltenstest waren die Versuchs-



**Abb. 2:** Ergebnis des ersten Stresstests, "Fall aus 85 cm Höhe". Relative Häufigkeiten schnellerer bzw. langsamerer Reaktionen der getesteten Individuen von *P. bernhardus* ( $n=78$ ). Die jeweiligen Reaktionen der Einsiedlerkrebse wurden mit der mittleren Reaktionszeit (25,9 s) verglichen.



**Abb. 3:** Ergebnis des zweiten Stresstests, "fünf Sekunden Süßwasser". Relative Häufigkeiten schnellerer bzw. langsamerer Reaktionen der getesteten Individuen von *P. bernhardus* ( $n=78$ ). Die jeweiligen Reaktionen der Einsiedlerkrebse wurden mit der mittleren Reaktionszeit (233,9 s) verglichen.

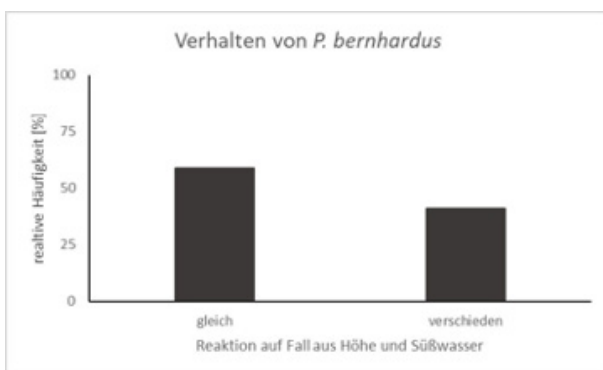
tiere fünf Sekunden lang Süßwasser ausgesetzt.. Die durchschnittliche Zeit bis zur ersten Mobilisierung betrug 233,9 s. Da die mittlere Reaktionszeit des zweiten Stresstests deutlich höher ist im ersten Versuch, kann angenommen werden, dass das Süßwasserbad die Tiere deutlich mehr gestört hat.

Auch bei diesem Versuch war die mittlere Abweichung (256,3 s) höher als der Mittelwert selbst. Die kürzeste Reaktionszeit betrug 2,8 s. Bei der zeitlichen Überschreitung von 600 s wurde die Zeitmessung unterbrochen und die Reaktion des Tieres als langsam eingestuft. 32 % der Versuchstiere zeigten demnach über 600 s lang keine Reaktion. 51 von 78 Einsiedlerkrebse streckten die vorderen Extremitäten schneller heraus als der Durchschnitt (=133,9 s), das entspricht 65,4 % (s. Abb. 3). 27 Einsiedlerkrebse bzw. 34,6 % waren langsamer als der Durchschnitt (s. Abb. 3). Wie auch beim ersten Stressfaktor reagierten die Versuchstiere der Stichprobe mit einer großen Varianz, jedoch reagierten die Tiere in diesem Versuch insgesamt deutlich langsamer.

## Discussion / Diskussion

Ziel dieser Untersuchung war es zu analysieren, ob die Individuen von *P. bernhardus* bei zwei verschiedenen Stressfaktoren gleich reagieren und ob ihnen daraus abgeleitet eine Persönlichkeit zugeschrieben werden kann. Die Versuchstiere reagierten entgegen der Erwartung zufällig auf die Stressfaktoren „Fall aus Höhe“ und „Süßwasser“.

Broadhurst und Morrell (2018) fanden heraus, dass Individuen mit kürzeren Reaktionszeiten stets schneller



**Abb. 4:** Relative Häufigkeiten gleicher bzw. verschiedener Reaktionsmuster der getesteten Individuen von *P. bernhardus* auf die zwei Stressfaktoren „Fall aus 85cm Höhe“ und „fünf Sekunden Süßwasser“. In 59% (n=46) der Fälle zeigten die Krebse ein einheitliches Verhalten in beiden Stresstests, 41% (n=32) reagierten unterschiedlich.

### Reaktionsmuster von *P. bernhardus*

Ein Vergleich der beiden Verhaltenstests zeigte, dass 59 % der Einsiedlerkrebse, sprich 46 von 78 Versuchstieren in beiden Tests jeweils entweder schneller oder langsamer als der Durchschnitt reagiert haben (s. Abb. 4). 32 Versuchstiere bzw. 41 % haben in beiden Stresstests unterschiedlich reagiert, z.B. im ersten Test langsamer und im zweiten Test schneller als der Durchschnitt (s. Abb. 4).

Die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha$ -Fehler) wurde mithilfe von Formel 1 berechnet. Der rechtsseitige Hypothesentest ergab eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 7 %. Da dieser Wert über dem Signifikanzniveau von 5 % liegt, musste die Nullhypothese angenommen werden.

ler aus ihren Schneckengehäusen kamen, während die Individuen mit längeren Zeiten stets langsamer aus ihren Gehäusen herauskamen. Dies konnte in dieser Studie nicht bestätigt werden. Hier wurde festgestellt, dass bei *P. bernhardus* keine Persönlichkeitsausprägung vorhanden war. Zwar reagierten 46 von 78 Individuen bei beiden Versuchen gleich, jedoch wurde dieses Ergebnis aufgrund der statistischen Tests als nicht aussagekräftig gewertet. Des Weiteren haben Broadhurst und Morrell (2018) die Einsiedlerkrebse im Gegensatz zu dieser Arbeit in verschiedenen Gruppengrößen getestet. Sie sind zu der Erkenntnis gekommen, dass die Gruppengröße Einfluss auf die Zeit hat, die die Einsiedlerkrebse benötigten, um aus dem Gehäuse zu kommen.

Es existieren weitere Faktoren, die die Reaktion von *P. bernhardus* beeinflusst haben könnten. Einsiedlerkrebse nehmen Substratvibrationen wahr, welche sich in ihrem Verhalten widerspiegeln (Roberts et al., 2016). Diese Reaktion konnte auch in dieser Studie beobachtet werden, da plötzlich auftretende, laute Geräusche im Labor oder Schattenwurf über den Versuchsgefäßen zum Zusammenzucken einiger Individuen führten. Aufgrund der zusätzlichen Belastung könnten die Individuen anders reagiert haben. Darüber hinaus könnte der erste Stressfaktor bereits zu Auswirkungen auf die Reaktion des zweiten Stressfaktors geführt haben. Elwood und

Appel (2009) konnten zeigen, dass Einsiedlerkrebse Schmerz empfinden können und sich diesen merken, welches zu einem schnelleren Wechsel des Gehäuses geführt hat. Auf der Suche nach einem anderen Schneckenhaus näherten sie sich schneller an dieses an, erkundeten es deutlich schneller und nutzten weniger Proben mit den Chelipeden bevor sie in ein neues Gehäuse zogen (Elwood und Appel 2009). Die Schmerzerfahrung nach dem ersten Versuch kann sich demnach auf den zweiten Versuch ausgewirkt

haben. Dadurch, dass das Schmerzempfinden und dessen Konsequenz bei *P. bernhardus* bereits nachgewiesen werden konnte (R. Elwood und M. Appel, 2009), ist es möglich, weitere zusätzliche Stress-, bzw. Schmerzfactoren zu testen, wie beispielsweise die Anwesenheit von Prädatoren. Des Weiteren können Konditionierungstests durchgeführt werden, indem die Lerneffekte einzelner Individuen untersucht und dokumentiert werden.

## Cited Literature / Literaturverzeichnis

Briffa, M., Rundle, S. D., & Fryer, A. (2008): Comparing the strength of behavioural plasticity and consistency across situations: animal personalities in the hermit crab *Pagurus bernhardus*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1640), 1305–1311.

Broadhurst H. E., Morrell L. J., (2018): Group size and individual ‘personality’ influence emergence times in hermit crabs, *Bioscience Horizons: The International Journal of Student Research*, Volume 11

Davenport, J., Busschots, P., & Cawthorne, D. (1980): The Influence of Salinity on Behaviour and Oxygen Uptake of the Hermit Crab *Pagurus bernhardus* L. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 60(1), 127-134.

Elwood R.W., Appel, M. (2009): Pain experience in hermit crabs? *Animal Behaviour* 77: 1243-1246

Gravel et al. (2004): The use of artificial shells for exploring shell preference in the marine hermit crab *Pagurus longicarpus* (Say). *Annual Zool.Fennici* 41: pp.477-485

Hazlett, B. A. (1966a): Social behaviour of the Paguridae and Diogenidae of Curaçao. *Studies on the Fauna of Curaçao*, 23, 1-143.

Khan, S. Ajmal, and R. Natarajan (1981): Salinity tolerance of hermit crabs. *NISCAIR-CSIR, India*, pg. 393-395.

Lancaster, I. (1988): *Pagurus bernhardus* (L.) - An Introduction to the natural history of hermit crabs. Penwith VI Form College, St. Clare, Penzance, Cornwall, *Field Studies*, 189-238.

Reese, E. S. (1962): Shell selection behaviour of hermit crabs. *Animal Behaviour* 10: 347-360

Roberts, L., Cheesman, S., Elliot, M., Breithaupt, T. (2015): Sensitivity of *Pagurus bernhardus* (L.) to substrate-borne vibration and anthropogenic noise. *Journal of Experimental Marine and Ecology* 474: 185-194

Winston, M. L. and Jacobson, S. (1978): Dominance and effects of strange conspecifics on aggressive interactions in the hermit crab *Pagurus longicarpus* Say. *Animal Behaviour*, 26, 184-191.