

Zusammenhänge zwischen Größe, Entfernung zur Niedrigwasserlinie und Territorialverhalten bei *Actinia* spp. im Eulitoral von Le Cabellou

Stefanie Brandt; st_angelika@icloud.com
Diana Zimmermann; dianazz@web.de
Pascal-Kolja Haß; kolja.hass@mail.com

Zusammenfassung

Die im Intertidal von Le Cabellou vorkommenden Seeanemonen *Actinia fragacea*, *A. equina* und *A. prasina* zeigen eine auffällige Verteilung nach Größe und Art. Während große Individuen in Bereichen des unteren Eulitorals zu finden sind, häufen sich kleinere Individuen im oberen Eulitoral. Dafür wurden 120 Individuen aus verschiedenen Bereichen des Eulitorals gesammelt und deren Art bestimmt. Nach Vermessung der einzelnen Individuen wurden Versuche zum Territorialverhalten durchgeführt um Rückschlüsse auf die Gründe dieser Verteilung ziehen zu können. Es konnte ein signifikanter Gewichtsunterschied zwischen den Individuen des oberen und des unteren Eulitorals festgestellt werden, der sich nicht durch den Grad der Hydratisierung erklären lässt und sich auch in der Artverteilung widerspiegelt. Es konnte aufgrund von zu kleiner Stichprobengröße nicht gezeigt werden, dass die Artverteilung durch interspezifisches Artverhalten determiniert ist.

Einleitung

Die Seeanemonen *Actinia fragacea*, *A. equina* und *A. prasina* sind im Intertidal europäischer und nord- und südafrikanischer Felsküsten weit verbreitet und zahlreich vertreten (Stephenson 1935). Bei näherer Betrachtung des Lebensraumes wird jedoch eine ungleiche Größen- wie Artverteilung innerhalb des mittleren bis unteren Eulitorals sichtbar, deren Hintergrund noch nicht bekannt ist. Durch Gezeiten- bedingte Schwankungen des Wasserspiegels müssen zeitweiliges Trockenfallen und damit verbundene Temperatur-schwankungen, Austrocknungsfahr, Kontakt mit Süßwasser und eine zeitlich immer enger gesteckte Zeitspanne der Nahrungsaufnahme bei zunehmender Siedlungshöhe von den Tieren überstanden werden. Innerartliches wie artübergreifendes aggressives Verhalten bei räumlicher Nähe der Individuen, sowie Eingrenzung der Siedlungsfläche durch konkurrierende Organismen anderer Arten beeinflussen zusätzlich die Verteilung der Individuen innerhalb ihres Lebensraumes (Hartgo 1961; Dayton 1971; Brace & Paye 1987; Turner et al. 2003). Ziel der vorliegenden Studie war es mit Hilfe von Versuchen zum Territorialverhalten zu testen, ob die Individuenverteilung der Gattung *Actinia* im

Eulitoral durch inter- und/oder intraspezifische Konkurrenz determiniert ist.

Material und Methoden

Bei den untersuchten Tierarten handelt es sich um die Seeanemonen *Actinia fragacea* (Tugwell 1856), *Actinia equina* (Linnaeus, 1758) und *Actinia prasina* (Gosse, 1860). Beim Probenahmestandort handelte es sich um die Felsküste Le Cabellou, bei Concarneau (Bretagne, Frankreich). Die Untersuchung erstreckte sich über einen Zeitraum von 9 Tagen.

Unteres und oberes Eulitoral wurden durch die Miesmuschelgrenze differenziert, sodass unteres Eulitoral als Bereich einen Meter unterhalb der Miesmuschelgrenze galt und oberes Eulitoral entsprechend darüber. Es wurden pro Bereich 3 Stichproben mit jeweils 20 zufällig ausgewählten Tieren gesammelt und unter Laborbedingungen in wassergefüllten Becken, mit zweimal täglicher Wasserwechselung, gehalten. Die einzelnen Individuen wurden auf Art-niveau bestimmt und unter Beachtung des Probenahmestandortes notiert.

Gewichtsbestimmung der Actinien

Das Gewicht aller Tiere ($n = 120$) wurde mittels einer Waage bestimmt und festgehalten. Das Volumen wurde anschließend durch Wasserverdrängung bestimmt. Das Gewicht zweier Individuen jeder Art aus jeder Sammelhöhe (zwei Individuen/Art aus dem mittleren-

und zwei Individuen/Art aus dem unteren Eulitoral) wurde bestimmt und die Tiere einzeln zum Trocknen in einem Plastikbecher aufbewahrt. Über einen Zeitraum von 5 Tagen wurde zweimal täglich eine Gewichtsbestimmung jedes Individuums durchgeführt und das Gewicht notiert.

Konkurrenz & Verdrängung

Das Aggressionsverhalten der verschiedenen Arten wurde durch Konfrontationsversuche mit je zwei Individuen durchgeführt. Ein, oder beide Individuen wurden auf einem Stein platziert und aufeinander zugeführt, bis sich die Tentakeln oder der Fuß berührten. Die darauffolgende Reaktion wurde beobachtet und der Ausgang dokumentiert.

In früheren Studien wurde unter der Annahme, dass *A. prasina* keine distinkte Art ist, die Korrelation zwischen Pedalplattenfärbung und Aggressivität untersucht. Daher wurde die Pedalplattenfärbung aller Individuen aufgenommen und mit dem Ergebnis des Aggressionsverhaltens abgeglichen.

Zur statistischen Auswertung der Gewichtsverteilung und Artverteilung im oberen bzw. unteren Eulitoral wurde der U-Test verwendet, da es sich nicht um normalverteilte Daten handelte.

Ergebnisse

Gewichtsverteilung der verschiedenen *Actinia*-Arten

Um die Größenunterschiede der *Actinia*-Arten quantifizieren zu können, wurden alle gesammelten Individuen gewogen. Die Individuen aus

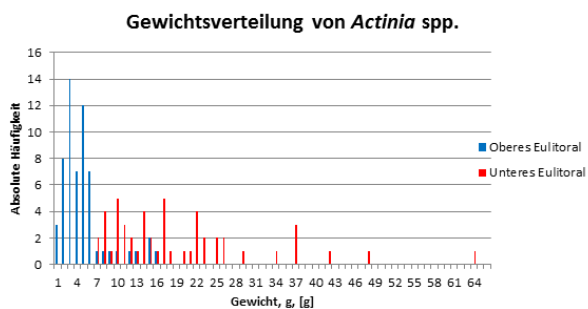


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Gewichte von *Actinia* spp. im oberen Eulitoral. Es konnte ein signifikanter Unterschied ($p < 0.01$) zwischen den Gewichten der Individuen aus dem oberen Eulitoral (blau) und denen aus dem unterem Eulitoral (rot) festgestellt werden.

Tab. 1: Häufigkeit des beobachteten Territorialverhaltens. Der Stichprobenumfang ($n=10$) ist für eine statistische Auswertung zu gering.

Art	<i>Actinia equina</i>	<i>Actinia prasina</i>	<i>Actinia fragacea</i>
Kampf begonnen	4	1	1
Flucht	1	2	1

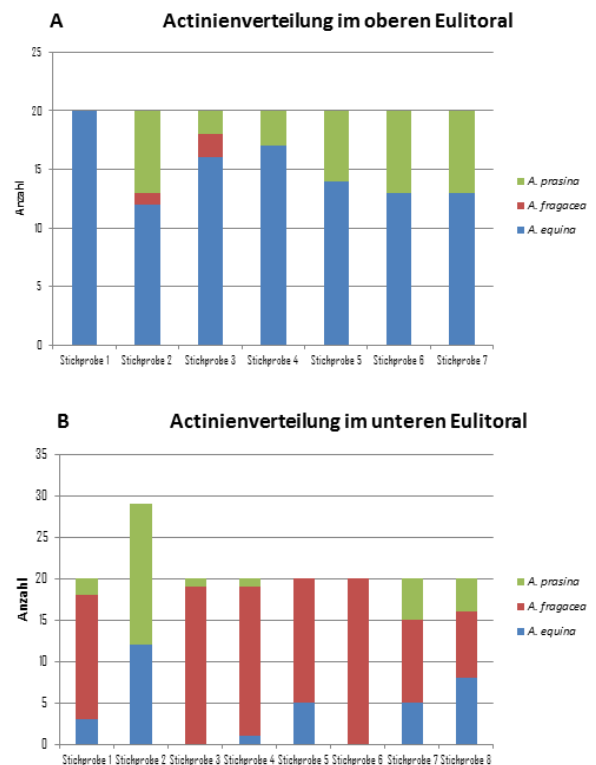


Abb.2: Vergleich der Artzusammensetzung der unterschiedlichen Stichproben aus (A) oberem und (B) unterem Eulitoral. Im oberen Eulitoral dominieren *Actinia equina* und *A. prasina*, im unteren Eulitoral ist *A. fragacea* häufiger anzutreffen.

dem oberen Eulitoral erwiesen sich wesentlich kleiner und leichter, als die Individuen aus dem unteren Eulitoral der Felsenküste in Le Cabellou (Abb.1). Die Trennung in oberen und unteren Eulitoralbereich spiegelt sich in der Verteilung der Gewichte wieder. Die Größenunterschiede weichen signifikant ($p < 0.01$) voneinander ab in Abhängigkeit vom Stichprobengebiet (oben/unten). Die Wasserverdrängung entsprach weitestgehend dem Gewicht der Individuen.

Artverteilung im oberen und unteren Eulitoral

Die Aufspaltung der Stichprobengebiete nach Arten ergibt, dass in den tiefer gelegenen Gebieten der Anteil von *Actinia fragacea* an der Gesamtzahl zunimmt. Die Art *A. equina* wird hingegen hauptsächlich im oberen Bereich des Eulitorals gefunden (Abb.2). Dieser Bereich wird dafür fast ausschließlich von *A. equina* dominiert. Bei *A. prasina* konnte kein signifikanter Unterschied

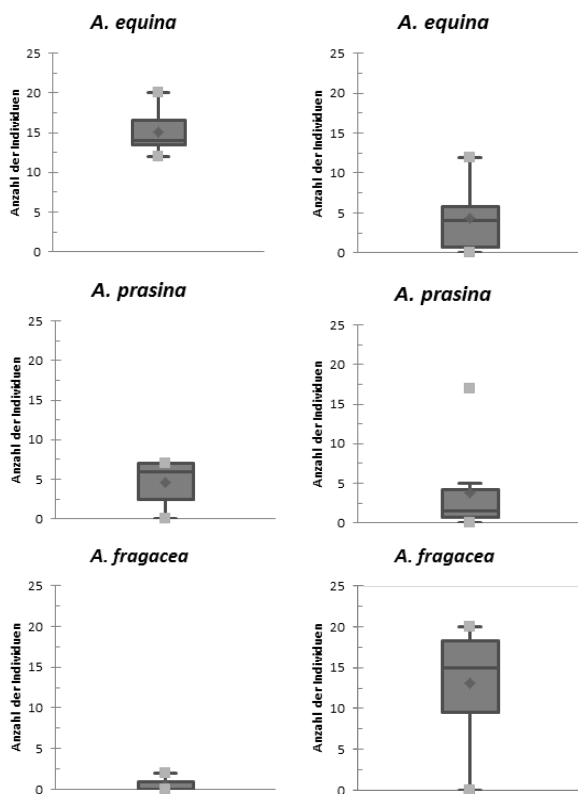


Abb. 3: Vergleich der Individuenanzahl der drei beobachteten *Actinia*-Arten im oberen (linke Spalte) und unteren (rechte Spalte) Eulitoral. Während *Actinia equina* vorrangig im oberen Eulitoral zu finden ist (Median = 14, U-Test: $p < 0.01$), unterscheidet sich die Anzahl der Individuen von *A. prasina* an beiden Standorten nicht signifikant voneinander. Es konnte gezeigt werden, dass das untere Eulitoral signifikant häufiger von *A. fragacea* besiedelt wird (U-Test: $p < 0.05$).

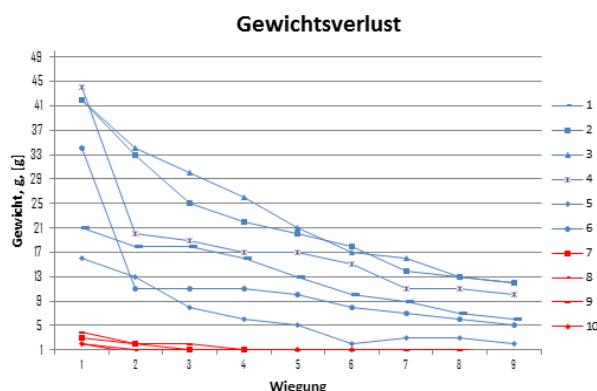


Abb. 4: Gewichtsverlust von 10 Individuen von *Actinia* spp. über 5 Tage Trocknung. Individuen aus dem oberen Eulitoral (rote Linien) besitzen deutlich geringere Ausgangsgewichte als diejenigen aus dem unteren Eulitoral (blaue Linien).

zwischen dem unteren und dem oberen Eulitoral ermittelt werden (Abb.3).

Während *A. equina* vorrangig im oberen Eulitoral zu finden ist (MedianOben = 14) kommt *A. fragacea* dort so gut wie nie vor (MedianOben = 0). Im unteren Eulitoral kann hingegen - bis auf eine Ausnahme in der zweiten Stichprobe, eine überproportionales Auftreten von *A. fragacea* beobachtet werden, dass sich signifikant von der Anzahl im oberen Eulitoral unterscheidet ($p < 0.01$).

Gewichts- und Wasserverluste

Um auszuschließen, dass die beobachteten Größen- und Gewichtsunterschiede auf Wassereinlagerungen zurückzuführen sind, wurde das Trockengewicht der Individuen über einen fünftägigen Zeitraum der Trocknung bestimmt. Die Unterschiede des Sammelgebietes spiegeln sich ebenfalls im Gewicht der untersuchten Arten

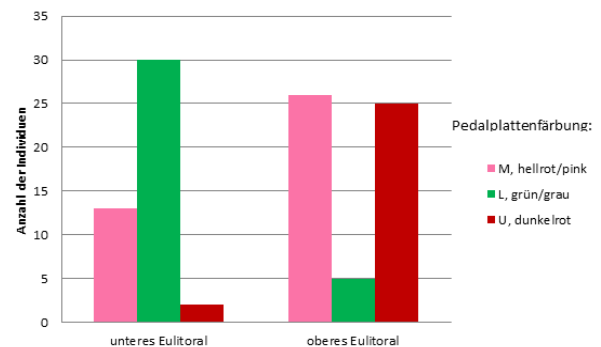


Abb. 5: Vergleich der Pedalplattenfärbungen von *Actinia prasina* und *A. equina*. Individuen mit roten oder pinken Pedalplatten stammen hauptsächlich aus dem oberen Eulitoral, solche mit grüner bzw. grauer Pedalplatte dominierten im unteren Eulitoral (U-Test: $p < 0.05$).

wieder. Die aus dem oberen Bereich gesammelten Individuen (Abb.4, 7-10) zeigen sehr geringe Gewichtsverluste und haben nach dem zweiten Tag ihr Trockengewicht ($g = 0,5 \pm 1g$) erreicht. Es konnte festgestellt werden, dass nach dem dritten Tag alle Individuen mehr als 50% ihres Gewichtes verloren hatten. Dennoch unterscheiden sich die Individuen aus dem unteren Eulitoral in ihrem Gewicht signifikant von denen aus dem oberen Eulitoral.

Konkurrenzverhalten und Pedalplattenfärbung
Die Untersuchung der Pedalplatten hat ergeben, dass Individuen mit rötlichen Pedalplatten häufiger im oberen Eulitoral zu finden sind, als unten (Abb.5). *Actinia*-Arten aus dem unteren Bereich

des Eulitorals besaßen zum größten Teil grüne bis graue Pedalplatten. Die qualitative Auswertung des Territorialverhaltens der unterschiedlichen Arten ergab, dass *A. equina* häufiger in Kämpfe involviert war als *A. fragacea* und *A. prasina* (Tabelle 1). Ebenso zeigte *A. equina* ein deutlich schnelleres Aggressionsverhalten, wobei Individuen der Gattung *A. fragacea* erst nach starker Reizung mit aggressivem Verhalten reagierten. Desweiteren wurde die stark ausgeprägte innerartliche Aggressivität der Individuen der Art *A. equina* in diesem Versuch deutlich.

Diskussion

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass ausgehend von der Hochwasserlinie in Richtung Niedrigwasserlinie das Gewicht von Individuen der Gattung *Actinia* stark zunimmt. Im oberen Eulitoral bewegt sich der überwiegende Teil der Tiere in einem engen Bereich von 2 - 6 g, während im unteren Bereich eine breite Streuung von 8 - 65 g beobachtet werden konnte. Durch das Trocknen der Tiere konnte bestätigt werden, dass die Tiere sich auch in ihrer Trockenmasse unterscheiden und nicht der Grad der Hydratisierung der ausschlaggebende Faktor war. Als nächstes konnte gezeigt werden, dass die verschiedenen Arten von *Actinia* nicht gleichmäßig im Intertidal vorkommen, sondern dass *A. fragacea* bevorzugt im unteren Bereich

vorkommt, während *A. equina* und *A. prasina* im oberen Bereich dominieren. Aufgrund der unklaren Taxonomie und Systematik innerhalb der Gattung *Actinia* (Sole-Cava & Thorpe 1987; Watts et al. 2000) wurden Pedalfußfärbungen der einzelnen Individuen erfasst, die eine klare Identifizierung distinkter Morphen ermöglichen. Die Morphen korrespondieren mit den unterschiedlichen Zonen des Intertidals. Die grün/grau Morphe dominiert im unteren Bereich, während die roten und rosaroten Morphen im oberen Bereich häufiger vorkommen (Brace 1990; Watts et al. 2000). Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die grauen/grünen Morphen tatsächlich weniger fest am Substrat haften und weniger aggressiv sind. Als aggressivste Form haben sich die roten und rosaroten Morphen gezeigt, während die Individuen der Art *A. fragacea* entgegen unserer Annahme sehr viel defensiver agierten, wobei die gewonnenen Datenmenge für eine sichere Aussage zu gering ist. Abschließend ist festzuhalten, dass nicht festgestellt werden konnte, inwiefern Interaktionen innerhalb der Morphe und/oder zwischen *A. equina* und *A. fragacea* die Verteilung im Intertidal beeinflussen. In anderen Studien konnte gezeigt werden, dass auch abiotische Faktoren wie z.B. die Umgebungstemperatur (Chomsky et al. 2004) oder auch die Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen (Chomsky et al. 2004) sowie eine altersspezifische Verteilung (Quicke et al. 1985) zu berücksichtigen sind.

Literaturverzeichnis

- Brace, R. C. & Pavey J. (1978): Size-dependent dominance hierarchy in the anemone *Actinia equina*. *Nature*, London 273: 752–753.
- Brace R.C. (1990): Aggression in a sea anemone: a model of early non-self recognition. *Endeavour* 14:159-162.
- Chomsky, O. et al. (2004): Effects of feeding regime on growth rate in the Mediterranean Sea anemone *Actinia equina* (Linnaeus). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 299: 217-229.
- Dayton, P. K. (1971): Competition, Disturbance, and Community Organization: The Provision and Subsequent Utilization of Space in a Rocky Intertidal Community. *Ecological Monographs* 41: 351-389.
- Hartog, D. (1961): Enige aantekeningen over *Actinia equina* (L.), de Gewone zeeanemoon. *De Levende Natuur* 64: 280-285.
- Quicke, D.I.J., Donoghue, A.M., Brace, R.C. (1985): Littoral distributions and evidence for differential post-settlement selection of the morphs of *Actinia equina*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 65: 1-20.
- Stephenson, T.A. (1935): *The British sea anemones*, Vol. 2. Ray Society, London

Sole-Cava, A.M., Thorpe, J.P. (1987): Further genetic evidence for the reproductive isolation of green sea anemone *Actinia prasina* Gosse from common intertidal beadlet anemone *Actinia equina* (L.). Marine Ecology progress series 38: 225-229.

Turner, V. L. G., Lynch, S. M., et al. (2003): Aggression as a function of genetic relatedness in the sea anemone *Actinia equina* (Anthozoa: Actiniaria). Marine Ecology progress series 247: 85-92.

Watts, P.C, Allcock A.L., Thorpe J.P. (2000): An analysis of the nematocysts of the beadlet anemone *Actinia equina* and the green sea anemone *Actinia prasina*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 80: 719-724.