

Habitat preferences of *Pomatoschistus minutus* (Gobiidae) under laboratory conditions

Beschow, Carolin; cbes@t-online.de
Braun, Katrin; katrin87@zedat.fu-berlin.de

Abstract

Pomatoschistus minutus (Pallas, 1770) is a small camouflaged gobiid fish that lives in the shallow subtidal. While predation has been shown to be important for population structure in sand gobies evidence for active habitat selection remains controversial. We designed laboratory experiments in order to detect whether *P. minutus* actively chooses between different habitat types and which habitat characteristics are most important. *P. minutus* significantly chose darker bottom over lighter and also significantly prefers the vegetated half of an aquarium over the barren one. However there was no preference for either bare sandy bottom compared to the bare glass bottom. Overall our results unequivocally demonstrate that the soil characteristics are very important features for the habitat choice of *P. minutus*. We discuss these findings with a focus on predation risk and mating behaviour.

Einleitung

In ihrer natürlichen Umgebung sind viele Tiere kaum oder gar nicht zu erkennen. Dies liegt daran, dass sie durch ihre Färbung, Musterung oder andere Körpermerkmale an ihren Lebensraum angepasst sind. So lebt *Pomatoschistus minutus* auf Sandböden, auf denen die Tiere durch ihr Aussehen gut getarnt sind. Es bleibt jedoch auch durch frühere Studien unklar, ob sich *P. minutus* ihre Habitate aktiv aussucht. In unseren Versuchen gehen wir ersteinmal davon aus, dass dies der Fall ist. Gibson konnte 1969 nachweisen, dass sie in der Lage sind ihre Körperfärbung den verschiedenen Farben ihres Untergrundes anzupassen. In einer Studie von Magnhagen und Wiederholm (1982) wurden bereits Habitatwahlversuche mit *P. minutus* durchgeführt. Allerdings wurde dabei nur untersucht, ob sich die Sandgrundel bevorzugt im bewachsenen Habitat aufhält. Die Autoren konnten keine signifikanten Unterschiede feststellen.

Obwohl Wiederholm (1987) nachwies, dass Sandgrundeln auf nicht bewachsenen Sandböden leichter von Räubern erbeutet werden, konnten wir zahlreiche Tiere auf genau solch ungeschützten Habitaten beobachten. Damit ergibt sich zu der vorherigen Studie von Magnhagen und Wiederholm (1982) ein Widerspruch, da sie feststellten, dass *P. minutus* weder den bewachsenen noch den unbewachsenen Boden bevorzugt. Somit stellte sich für uns die Frage, welche anderen Faktoren eine Rolle bei der Habitatwahl der Sandgrundeln spielen und wir wollen den Widerspruch durch ein eigenes Experiment klären. Nach Lindström und Ranta (1992) werden Sandgrundeln hauptsächlich von Vögeln erbeutet. Diese Räuber nutzen optische Reize beim Jagen. Daraus ergibt sich, dass *P. minutus* neben seiner Tarnung weitere Verhaltensweisen entwickelt haben sollte, um

diesem Räuberdruck zu entgehen und daher eigentlich häufiger in bewachsenen Habitaten zu finden sein sollte. Da die Färbung von *P. minutus* mehr einem dunklen Untergrund ähnelt, sollten die Tiere auch eher dort zu finden sein, was wir auch im Freiland beobachten konnten. Eine weitere Strategie, um den Räubern zu entgehen, ist das Eingraben der Tiere im Sandboden. Daher vermuteten wir, dass die Struktur des Untergrundes auch ein wichtiger Faktor ist, neben dem Bewuchs und der Untergrundfarbe des Habitats.

In unserem Experiment untersuchten wir, inwiefern diese drei Faktoren bei der Habitatwahl von Sandgrundeln entscheidend sind. Dabei wollen wir die folgenden Fragen beantworten: Entscheiden sich, aus ihrem natürlichen Habitat entnommene Sandgrundeln, unter Laborbedingungen für einen Lebensraum, der ihrem Natürlichen ähnelt oder hat die Bodenbeschaffenheit keinen Einfluss auf ihre Wahl? Sucht sich *P. minutus* einen Lebensraum, auf dem sie durch ihr charakteristisches Aussehen nicht auffällt?

Zur Beantwortung dieser Fragen haben wir drei Experimente durchgeführt. Wir untersuchten welche Farbe und Struktur ein Untergrund haben sollte und ob ein Boden Schutzmöglichkeiten bieten muss, um von der Sandgrundel präferiert zu werden. Daraus ergaben sich für uns die folgenden Hypothesen (H):

H1 „Versuch Farbe“: Sandgrundeln wählen signifikant häufiger einen dunklen Untergrund als Habitat.

H2 „Versuch Schutz“: Sandgrundeln wählen signifikant häufiger Habitats auf denen sich Schutzmöglichkeiten befinden (zum Beispiel durch Algen, Muscheln oder Steine).

H3 „Versuch Struktur“: Sandgrundeln wählen den Untergrund, in den sie sich eingraben können. Für alle drei Nullhypothesen gilt, dass die Sandgrundeln keinen bestimmten Untergrund präferieren.



Fig. 1. Habitats, an denen *P. minutus* entnommen wurden.

Material und Methoden

Die Versuche zur Habitatwahl mit *P. minutus* wurden Ende September 2010 in Tjärnö (58°52'N, 11°08'O) an der schwedischen Westküste durchgeführt.

Dazu wurden 69 Fische dieser Art an zwei sehr nah aneinander liegenden Stellen entnommen (Fig. 1). Die Sandgrundeln wurden bis zu einer Tiefe von 30cm im nicht bewachsenen Küstenstreifen gesammelt, wobei die Tiere einerseits auf Sand und andererseits auf feinem Kiesel lebten. Die gesammelten Tiere waren durchschnittlich 35mm groß, so dass sie mit einem Kescher gefangen werden konnten. Im Labor wurde *P. minutus* während der kompletten Versuchsdauer in drei großen Aquarien bei einer Wassertemperatur von 10°C und kontinuierlich fließendem Meerwasser gehalten. Der Boden der Aquarien wurde mit einer 1cm dicken Schicht aus Sand befüllt, der am Fundort der Sandgrundeln entnommen wurde. Für die Experimente wurden 3 Aquarien (33,5cm x 23,7cm x 22,5cm), in denen sich jeweils 13 Liter Wasser befanden, genutzt (Fig. 2). Im Aquarium für den „Versuch Farbe“ wurde die eine Hälfte mit weißer Folie und die andere Hälfte mit dunkelgrauem Filz unterlegt,

der die selbe Farbe wie der natürliche Untergrund des Sandgrundelhabitats (Fig. 3) hatte. Im zweiten Becken, im Aquarium für den „Versuch Schutz“ wurde der Boden mit Sand der Korngröße 200µm bis 2mm bis zu einer Höhe von 5mm komplett bedeckt. Nur auf der einen Seite wurden *Fucus spiralis*, Steine und eine aufgeklappte Herzmuschel, die etwa 1cm größer als die durchschnittliche Länge der Sandgrundeln war, als Schutzstellen hinzugefügt. Im letzten Versuchsaufbau für den „Versuch Struktur“ wurde Sand der Korngröße 200µm bis 2mm für eine Hälfte im Becken als Untergrund genutzt. Auf der anderen Seite wurde der Glasboden als Untergrund des Aquariums beibehalten. Damit die Untergrundfarbe auf beiden Seiten identisch ist, wurde zusätzlich der Habitatsand unter dem Glasboden des Aquariums ausgebreitet.

Um eine Seitenpräferenz durch Gewöhnung oder äußere Einflüsse zu vermeiden, wurden die Seiten auf denen sich die einzelnen Habitate befanden einmal pro Tag neu und zufällig festgelegt. An drei aufeinander folgenden Tagen wurden jeweils 23 Sandgrundeln parallel getestet, ohne dass Sichtkontakt zwischen den



Fig. 2. Kompletter Versuchsaufbau: „Versuch Farbe“, „Versuch Schutz“, „Versuch Struktur“ (von links nach rechts) voneinander abgetrennt durch weiße Sichtbarrieren.

einzelnen Aquarien bestand. Jede Sandgrundel wurde somit jeden Tag in einem anderen Aquarium getestet, sodass die Gesamtzahl der Stichprobe pro Experiment 69 beträgt. Uns war wichtig, dass jede Sandgrundel nur einmal jedes Experiment durchlief und zwischen jedem Test 24 Stunden Zeit zur Akklimatisierung hatte, um ein möglichst natürliches Verhalten aufzuzeigen. Die Wahl des Habitats wurde nach 5min aufgenommen, indem notiert wurde, auf welcher Seite sich *P. minutus* befand. Dabei war die Lage des rechten Auges entscheidend. Im Anschluss an jeden Test wurden die Tiere zurück in die Aquarien gegeben und durch neue ersetzt.

Ergebnisse

Im „Versuch Farbe“, bei dem im Aquarium, die eine Hälfte hellen und die andere Hälfte dunklen Untergrund hatte, wählte *P. minutus* hochsignifikant häufiger den dunkleren Untergrund. Nach 5min waren 52 von 69 Tieren auf dem dunklen Untergrund zu finden ($\chi^2 = 17,75$; $p < 0,005$). Somit lehnen wir unsere erste Nullhypothese ab und können unsere erste Hypothese bestätigen. Bei einer Auswahl von dunklem oder hellem Untergrund präferiert *P. minutus* daher den dunkleren Habitatboden, der dem Habitatsand der Fundstelle ähnelt. Ebenso wählte *P. minutus* im „Versuch Schutz“ hochsignifikant häufiger die durch Algen und Steine geschützte Hälfte des zweiten Habitats. Hier bewegten sich 58 von 69 Sandgrundeln nach 5min im geschützten Bereich ($\chi^2 = 32,02$; $p < 0,005$). So kann auch hier die zweite Nullhypothese abgelehnt und die zweite Hypothese bestätigt werden. Daraus ergibt sich, dass sich Sandgrundeln, die die Wahl zwischen einem geschützten und einem ungeschützten Habitat haben, für das mit Algen, Steinen und Muscheln versehene Habitat entscheiden.

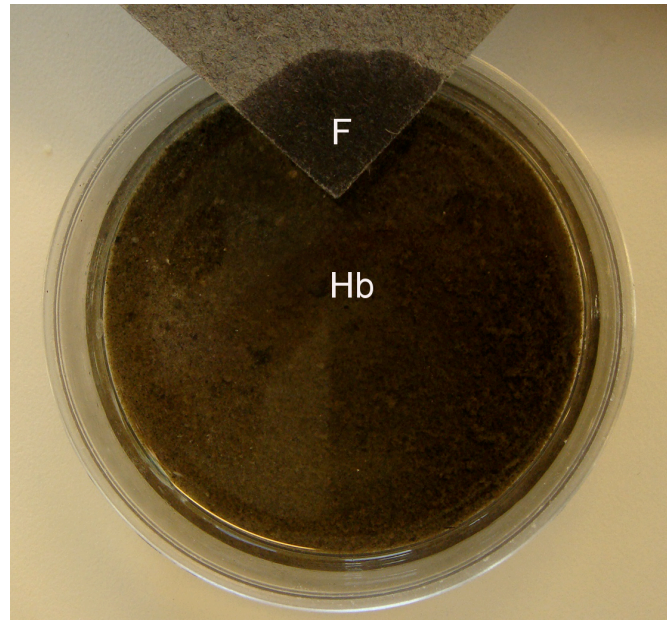


Fig. 3. Vergleich: Farbe des Habitatbodens (Hb) und Farbe des untergelegten Filzes (F) im Versuch Farbe.

Im „Versuch Struktur“, bei dem die Bodenfarbe in beiden Aquarienhälften gleich war und nur die Bodenbeschaffenheit variierte, konnte allerdings keine Signifikanz gemessen werden. Nach 5min wurden die Sandgrundeln auf beiden Hälften des Aquariums gleichermaßen gefunden. 34 von 69 Tieren befanden sich zum Zeitpunkt der Zählung auf dem Sandboden ($\chi^2 = 0,014$; $p > 0,05$), die anderen 35 Tiere auf dem Glasboden. Daher müssen wir an dieser Stelle unsere dritte Nullhypothese annehmen und unsere dritte Hypothese verwerfen (Fig. 4 & Tab. 1). Die Struktur des Untergrundes hat somit auf die Habitatwahl von *P. minutus* keinen Einfluss.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass sich *P. minutus* aktiv ihr Habitat wählt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass die Bodencharakteristik einen ausschlaggebenden Faktor für die Habitatwahl von *P. minutus* darstellt. Wie in der ersten Hypothese formuliert, bevorzugt die Sandgrundel einen dunklen Untergrund. Es ist

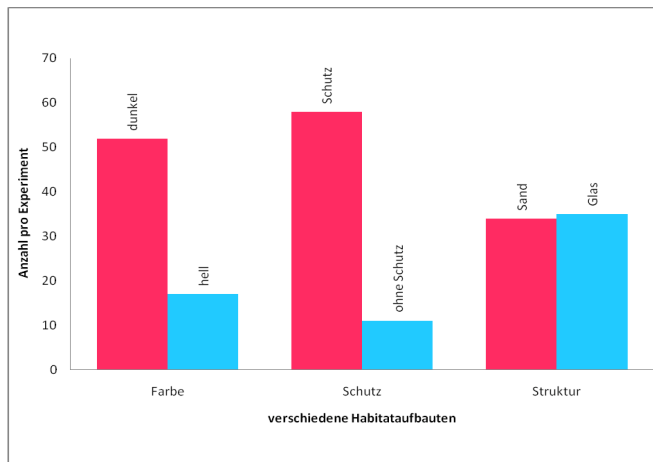


Fig. 4. Habitatwahl von *P. minutus* nach 5min für alle drei Experimente.

zu erkennen, dass *P. minutus* eine ähnliche Farbe wie der Bodenuntergrund hat. Optisch orientierte Räuber, wie Vögel beeinflussen die Population der Sandgrundel (Lindström & Ranta). *P. minutus* könnte somit den dunklen Untergrund bevorzugen, weil sie dort schwerer zu erkennen ist und dadurch ihre Mortalitätsrate durch optisch orientierte Räuber geringer ist.

Obwohl wir *P. minutus* im unbewachsenen Habitat gesammelt haben, bevorzugt sie nach unseren Ergebnissen das bewachsene und somit besser geschützte Habitat. Übereinstimmende Ergebnisse konnten für eine verwandte und morphologisch ähnliche Fischart (Edlund et al, 1980), *Pomatoschistus microps* (Krøyer) ermittelt werden (Magnhagen & Wiederholm, 1982). In dieser Studie wählte *P. microps* signifikant häufiger das bewachsene Habitat, obwohl *P. microps* unter natürlichen Bedingungen nur im offenen Habitat vorkommt. Dies erklärten sich die Autoren dadurch, dass in der natürlichen Umgebung der Faktor der interspezifischen Konkurrenz dafür verantwortlich ist. Entfernt man den Konkurrenzdruck, wählt *P. microps* eher bewachsene Habitate, aus denen sie unter normalen Bedingungen von größeren Fischarten verdrängt wird (Magnhagen & Wiederholm,

1982). Diese Schlussfolgerung könnte auch für *P. minutus* zutreffen und die Ursache dafür sein, dass wir unsere Tiere auf dem unbewachsenen Habitat vorgefunden haben.

Ebenso können wir den Widerspruch von Wiederholm (1987) aufklären und belegen, dass Sandgrundeln hochsignifikant das bewachsene Habitat wählen, um Räubern, die dort erfolgreicher bei der Nahrungsbeschaffung sind, zu entgehen. Eine weitere Erklärung für die Wahl von geschützten Habitaten kann im Sexualverhalten von *P. minutus* gesehen werden, denn männliche Sandgrundeln, die die Brutpflege übernehmen, bauen unter größeren, stabilen Objekten, wie Muscheln oder Steinen ihre Nester. Damit wird gewährleistet, dass juvenile Sandgrundeln nicht von Räubern gefressen werden (Lindström & Ranta, 1992). Dieses Verhalten ist möglicherweise auch bei unserem Experiment entscheidend für die Habitatwahl von *P. minutus*.

Allerdings zeigen unsere Ergebnisse, dass die Struktur des Bodens für die Habitatwahl von Sandgrundeln keine Rolle spielt, da sie weder den Glasboden noch den Sandboden bevorzugten. Alle Grundeln haben sensorische Papillen in ihrer Epidermis (Webb, 1980). So können sie Unterschiede in der Struktur des Bodens wahrnehmen. Desweiteren haben diese Fische einen ventralen Trichter, der durch die verwachsenen Bauchflossen bei allen Grundeln gebildet wird und leichte Saugkräfte aufweist (Whitehead et al, 1986). Auf einem glatten Untergrund, wie einem Glasboden, kann besser ein Unterdruck erzeugt werden, der diese Saugkraft erhöht. Möglicherweise ist daher auch der Glasboden eine für *P. minutus* attraktive Bodenstruktur. Trotzdem konnte beobachtet werden, dass sich einige Tiere komplett in den Sandboden eingruben und dadurch überhaupt nicht mehr zu erkennen waren. Andererseits haben ebenso viele Tiere den

Tabelle1. Absolute Häufigkeiten der Habitatwahl von *P. minutus* in allen drei Versuchen nach 5min.

Farbe		Schutz		Struktur	
dunkel	hell	mit Schutz	Ohne Schutz	Sandboden	Glasboden
52	17	58	11	34	35

Glasboden gewählt, wobei man beachten muss, dass auch dieser Boden aufgrund des Sandes unter dem Aquarium dunkel war und somit nach „Versuch Farbe“ ein von *P. minutus* präferierter Boden ist.

Aus diesem Ergebnis können wir schlussfolgern, dass wir unser Modell im Bezug auf die Struktur des Bodens bei der Habitatwahl überdenken müssen. Trotz des Eingrabverhaltens in den Sandboden, dass bei einigen Sandgrundeln beobachtet werden konnte, ist dieses nur ein zusätzlicher Schutzmechanismus, den nicht alle Sandgrundeln zeigen und den anscheinend nicht alle in ihrem bevorzugten Habitat benötigen.

Im Allgemeinen kann man für *P. minutus* schlussfolgern, dass die Habitatwahl stark abhängig ist von der Farbe des Bodens und den Schutzmöglichkeiten, die er bietet und weniger davon, wie die Struktur des Untergrundes beschaffen ist.

Wir konnten nachweisen, dass *P. minutus* unter Laborbedingungen aktiv ihr Habitat sucht. Ob dies auch unter natürlichen Bedingungen der Fall ist, muss noch in einer weiteren Studie als Freilandversuch gezeigt werden.

Weiterhin wird die Entscheidung für ein Habitat durch die Sandgrundel sicherlich durch mehrere und auch zusammenspielende Faktoren bestimmt, wie zum Beispiel: Wassertemperatur, Nahrungsangebot, Licht, Salinität, intra- und interspezifische Konkurrenz, Räuberdruck und Sauerstoffgehalt des Wassers. In dieser Hinsicht sind noch weitere Studien nötig, um über das

komplexe Habitatwahlverhalten von *P. minutus* Informationen geben zu können.

Literatur

- Campbell, A.C. (1977): Der Kosmos-Strandführer, 1. Auflage, Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung, S. 269 f.
- Edlund, A.-M., Sundmark, G. & Thorman, S. (1980): The identification of *Pomatoschistus pictus*, *P. microps* and *P. minutus* (Gobiidae, Pisces), Sarsia, 65: 239-242
- Gibson, R. N. (1969): The biology and behavior of littoral fish. In: Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. (ed. Barnes, H.), 7: 367-410
- Lindström, K. & Ranta, E. (1992): Predation by birds affects population structure in breeding sand goby, *Pomatoschistus minutus*, males, OIKOS, 64: 527-532
- Magnhagen, C. & Wiederholm, A.-M. (1982): Habitat and food preferences of *Pomatoschistus minutus* and *P. microps* (Gobiidae) when alone and together: an experimental study, OIKOS, 39: 152-156
- Pallas, P. S. (1770): Spicilegia zoologica, quibus novae imprimis et obscurae animalium species iconibus, descriptionibus atque commentariis illustrantur, vol. 1., Berlin: Gottle, August & Lange
- Schäfer, M. (1994): Brohmer, Fauna von Deutschland: ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt, 19. überarbeitete Auflage, Heidelberg-Wiesbaden: Quelle und Meyer, S. 543
- Webb, C. J. (1980): Systematics of the *Pomatoschistus minutes* complex (Teleostei: Gobioidae), Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences, Series B, 291: 201-241
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J. & Tortonese, E. (1986): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, Volume III, Unesco, S. 1019

Wiederholm, A.-M. (1987): Habitat selection and interactions between three marine fish species (Gobiidae), OIKOS, 48: 28-32