

Mitt. dtsh. malakozool. Ges.	93	15 – 28	Frankfurt a. M., Mai 2015
------------------------------	----	---------	---------------------------

**Freilanduntersuchungen zur Autökologie von
Cochlodina laminata (MONTAGU 1803) (Gastropoda, Clausiliidae):
Wiederfundraten, Bewegungsmuster, Habitatnutzung,
Ausbreitungsdistanzen und Aktionsraumgrößen**

SUSANNE JUNKER

Abstract: In the years 2000 till 2002 as well as 2004 and 2005 the movement patterns of *Cochlodina laminata* (Gastropoda, Clausiliidae) were studied in open land using the capture-mark-recapture method. The investigation occurred in woodland near Osnabrück (Lower Saxony, Germany). At two walls, one rock and two ground-plots overall 205 snails were individual-marked with nail varnish. Overall 46,3 % of the marked individuals were recovered at least one time. Two individuals were found again in their third year of observation. Most of the snails occupied the walls and the rock only for a relatively short period. Some of the animals switched between one of the rocky habitats and the ground area in front of it. It is suggested that, similar to trees, rocky habitats are places for *C. laminata* for reproduction and furthermore used as resting sites for protection against predators on the ground. Deadwood is used for hibernation, egg deposition and probably for foraging. There is evidence to suggest that *C. laminata* undertakes seasonal migrations between these habitats.

Keywords: *Cochlodina laminata*, dispersal, home-range, movement patterns, habitat use, capture-mark-recapture-method

Zusammenfassung: In den Jahren 2000 bis 2002 sowie 2004 und 2005 wurden die Bewegungsmuster von *Cochlodina laminata* (Gastropoda, Clausiliidae) mit Hilfe der Wiederfangmethode im Freiland untersucht. Die Beobachtungen fanden in einem Waldgebiet bei Osnabrück (Niedersachsen) statt. Insgesamt wurden 205 Schnecken an zwei Mauern, einem Felsen und zwei angrenzenden Bodenflächen mit Hilfe von Nagellack individuell markiert. Insgesamt konnten 46,3 % der markierten Individuen mindestens einmal als Wiederfund registriert werden. Zwei Exemplare wurden noch im dritten Beobachtungsjahr wieder angetroffen. Die Mehrzahl der Schnecken nutzte die Gesteinshabitate nur für relativ kurze Aufenthalte. Für einen Teil der Tiere konnten Ortswechsel zwischen einem der Gesteinshabitate und der davor befindlichen Bodenfläche nachgewiesen werden. Es wird vermutet, dass Gesteinshabitate – ähnlich wie Baumstämme – für *C. laminata* Orte der Paarung und zudem Rückzugsräume vor Prädatoren am Boden darstellen, während Totholz zur Überwinterung und Eiablage sowie als Nahrungsrefugium genutzt wird. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass *C. laminata* saisonale Wanderungen zwischen diesen Teilhabitaten unternimmt.

Einleitung

Landgastropoden stellen geeignete Bioindikatoren für die naturschutzfachliche Bewertung verschiedener Lebensräume dar (u. a. COLLING 1992, UTSCHICK & al. 2013). Dabei nehmen sie neben mobilen Gruppen, wie beispielsweise den Vögeln, den Part der wenig mobilen Zeiger mit geringem Raumbedarf ein. Als solche werden die Landschnecken auch zur Dokumentation kleinräumiger Veränderungen und zur Beurteilung von geplanten Kompensationsmaßnahmen empfohlen (COLLING 1992, VUBD 1999). Über das tatsächliche Ausbreitungspotenzial der einzelnen Arten und andere autökologische Aspekte weiß man jedoch recht wenig (vgl. KERKHOFF 1993a). Hier müssen weitere Grundlagenuntersuchungen Wissenslücken schließen, wenn die Bioindikation auf einer soliden Basis erfolgen soll. Dazu möchte die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten.

Das Studienobjekt, die Glatte Schließmundschnecke *Cochlodina laminata* (MONTAGU 1803), ist eine unserer häufigsten Clausiliiden. Als obligate Waldart weist sie eine enge Bindung an Waldbiotope auf (FALKNER 1990). Während die Art in Laubwäldern als Naturnähezeiger anzusehen ist (UTSCHICK & SUMMERER 2004), stellt sie in Auenbereichen einen Störungsindikator naturnaher Bedingungen dar (SPANG 1996). Aufgrund ihrer engen Bindung an Totholz kommt ihr außerdem eine besondere Rolle im Rahmen des Totholz-Managements zu (SAUBERER & al. 2007). Die Relevanz der Glatten Schließ-

mundschnecke als Indikatorart war einer der Gründe, weshalb gerade diese Spezies als Studienobjekt gewählt wurde. Hinzu kam, dass *C. laminata* auch im Freiland gut zu beobachten ist, da sie sich häufig an Baumstämmen, Felsen und Mauern aufhält.

Um Aufschluss über das Bewegungsmuster, das Ausbreitungspotenzial und die Aktionsraumgröße der Glatten Schließmundschnecke zu erhalten, fanden Langzeitbeobachtungen individuell markierter Individuen im Freiland statt (Wiederfangmethode). Dabei wurden in einem Waldgebiet bei Osnabrück (Niedersachsen) die Lokalisationsorte der Tiere in verschiedenen Gesteinshabitaten und auf den angrenzenden Bodenflächen über mehrere Jahre dokumentiert. Außerdem fanden Versatzexperimente zum Heimfindevermögen der Art im Freiland statt. Im hier vorliegenden ersten Teil der Arbeit werden die Ergebnisse der Langzeituntersuchung vorgestellt und bzgl. der Habitatnutzung interpretiert. Gegenstand des zweiten Teils stellen die Versatzexperimente zum Heimfindevermögen dar (JUNKER in Vorbereitung). Die Datenerhebungen erfolgten im Rahmen des Projektes „Aktionsradius und Heimfindevermögen der Glatten Schließmundschnecke (*Cochlodina laminata*)“ der Hochschule Osnabrück. Der Phase der Hauptuntersuchung in den Jahren 2004 und 2005 waren von 2000 bis 2002 umfangreiche Vorarbeiten vorausgegangen, deren Daten ebenfalls in die Auswertung eingingen.

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen fanden am Hüggel auf dem Gebiet der Gemeinde Hasbergen südwestlich von Osnabrück statt. Dieser bewaldete Höhenzug gehört als nordwestlicher Ausläufer des Teutoburger Waldes zum Osnabrücker Hügelland. Es handelt sich um eine submontane Berglandregion, deren Klima atlantisch geprägt ist. Innerhalb der Landschaftseinheit „Osnabrücker Osning“ zählt der Hüggel zur naturräumlichen Untereinheit „Hüggelberge“, die eine Aufwölbung mit Erhebungen aus karbonischem Sandstein und Konglomeraten, Buntsandstein, Jura, Kreide sowie Zechstein-Schichten darstellt und heute über einen hohen Waldanteil verfügt. Bis in die 1960er Jahre wurde am Hüggel Eisenerz abgebaut (Gemeinde Hasbergen 1980). Davon zeugen noch heute zahlreiche Aufschlüsse, die nach Einstellung der bergbaulichen Aktivitäten weitgehend der Sukzession überlassen wurden.

Bei den Untersuchungsflächen handelt es sich um eine Felswand (F) und zwei alte Stützmauern (MI und MII), die Relikte des ehemaligen Bergbaus darstellen (Abb. 1-3). Die vollständig verfügten Mauern bestehen aus karbonatarmen Natursteinen. Das Fugenmaterial erwies sich im HCl-Kalktest dagegen erwartungsgemäß als kalkreich. Während MI zum Zeitpunkt der Untersuchung stark mit Moosen und Kräutern bewachsen war, wies MII einen vergleichsweise geringen Bewuchs auf, der sich am Mauerfuß konzentrierte. Der Felsen war nur spärlich von Algen, Moosen, Kräutern, jungen Sträuchern und Efeu bewachsen. Sein kalkhaltiges Gestein bildet jedoch eine rissige und insgesamt stark strukturierte Oberfläche. Während der Phase der Hauptuntersuchung in den Jahren 2004 und 2005 wurden außerdem die Bodenflächen vor Mauer II (BMII) und vor dem Felsen (BF) in die Untersuchung einbezogen. Kleinhabitate für Schnecken in Form von Totholz und größeren Steinen waren nur auf BMII vorhanden.



Abb. 1: Die Mauer I (MI) bot eine Untersuchungsfläche von knapp 10 m² (alle Fotos im Artikel: S. JUNKER).



Abb. 2:

Die Mauer II (MII) bot eine Untersuchungsfläche von fast 19 m². Die Bodenfläche vor der Mauer bildete die Untersuchungsfläche BMII. Sie hatte eine Größe von ca. 42 m².



Abb. 3:

Der Felsen (FI) weist in seinem zentralen Bereich eine tiefe Einbuchtung auf. Insgesamt bot er eine Untersuchungsfläche von ca. 22 m². Die Bodenfläche bis zu einem Abstand von 1,00 m vom Felsen bildete die Untersuchungsfläche BF. Diese Fläche umfasste 7 m².

Mögliche Störeinflüsse gingen zum einen von dem in unmittelbarer Nähe der Gesteinshabitate verlaufenden Wanderweg aus, da er im Untersuchungszeitraum relativ stark von Spaziergängern frequentiert wurde. Zum anderen fanden im April 2005 im Umfeld der Untersuchungsflächen Waldarbeiten statt, in deren Rahmen einzelne Bäume entlang des Wanderweges gefällt wurden. Das Holz wurde nach einer Zwischenlagerung am Wegrand abtransportiert. Auf der Untersuchungsfläche BMII kam es im Zuge der Arbeiten darüber hinaus mehrmals zur Verlagerung des auf dieser Fläche befindlichen Totholzes. Dabei handelte es sich auch um Totholzstämme, unter denen zuvor Individuen von *C. laminata* beobachtet worden waren.

Material und Methoden



Abb. 4: Zwei farbmarkierte Individuen von *C. laminata*

In den Jahren 2000 bis 2002 sowie 2004 und 2005 wurden insgesamt 205 Individuen von *Cochlodina laminata* auf den oben beschriebenen Flächen F, MI, MII, BMII und BF individuell markiert und ihre Wiederfunde dokumentiert. Dabei handelte es sich ausschließlich um ausgewachsene Exemplare. In den Gesteinshabitaten erfolgten die Markierungen vornehmlich im Mai und auf den Bodenflächen im April. Vergleichsweise wenige Exemplare wurden in den Monaten Juni und Juli gekennzeichnet. Die Kontrollgänge fanden mit Ausnahme des ersten Untersuchungsjahres, in dem lediglich zwei Kontrollen durchgeführt wurden, alle drei bis vier Tage von April/Mai bis Mitte Juni statt. Darüber hinaus wurden die Flächen 2004 in der zweiten Juliwoche und 2005 in der dritten Septemberwoche täglich kontrolliert. Die Markierungen erfolgten mit Ausnahme von 2002 mit Hilfe von farbigem Nagellack, indem die Gehäuse mit einem mehrstelligen Farbcode versehen wurden (Abb. 4). Im Jahr 2002 wurden die Individuen stattdessen mit einem weißen, wasserfesten Lackstift der Marke Edding (715-weiß) nummeriert. In der Regel erfolgte die Kennzeichnung direkt am Fundort des jeweiligen Individuums, ohne die Tiere dabei von der Unterlage abzulösen. War dies nicht möglich, wurden die Schnecken unmittelbar nach der Markierung wieder dort ausgesetzt, wo sie zuvor angetroffen worden waren. Um die Ortsveränderungen der Tiere möglichst genau dokumentieren zu können, wurde am Fuß des Felsens und der Mauern ein Bezugspunkt markiert. Auf diese Weise war es möglich, die Individuen in ein zweidimensionales Koordinatensystem einzumessen.

Im Hinblick auf die Mobilitätsleistungen und die Aktionsraumgrößen wurden ausschließlich die Daten der Individuen ausgewertet, die in den Jahren 2004 und 2005 markiert worden waren ($n = 157$). Der Aktionsraum eines Tieres lässt sich mit Hilfe verschiedener Methoden bestimmen, am häufigsten wird – wie in der vorliegenden Arbeit – das Minimum-Konvex-Polygon angegeben (HARRIS & al. 1990). Bei dieser Methode werden die äußersten Lokalisationspunkte (LP) so miteinander verbunden, dass das Polygon 100 % aller LP einschließt. Es entsteht ein MCP 100, das den maximal potenziell erschließbaren Raum darstellt. Die Nutzungshäufigkeit bestimmter Flächen innerhalb des Aktionsraumes wird bei dieser nicht-parametrischen Analyse vernachlässigt. Die Berechnung der Aktionsräume wurde mit ArcGIS Desktop 9.3 der Firma ESRI (Werkzeug BoundingContainers, ArcScript Nr. 14535) durchgeführt.

Ergebnisse

Von den 205 markierten Individuen wurden insgesamt 95 (46,3 %) im Rahmen der Kontrollgänge mindestens einmal wiedergefunden. Sieben Exemplare fanden sich nach einem mehr oder weniger langen Beobachtungszeitraum als Totfund auf den Flächen wieder und bei drei Individuen (3,2 % aller Individuen mit Wiederfund) war der Farbcode im letzten Untersuchungsjahr nicht mehr vollständig.

Wiederfundraten

In den Gesteinshabitaten wurden insgesamt 144 Individuen markiert. Von diesen Exemplaren konnten 47,2 % (68 Ind.) mindestens einmal als Wiederfund registriert werden. Bei den 61 am Boden markierten Tieren war die Wiederfundrate mit 44,3 % (27 Ind.) nur minimal kleiner. Auf allen Untersuchungsflächen, mit Ausnahme der Bodenfläche vor dem Felsen, wurden auch ein Jahr nach der Markierung Schnecken wiedergefunden, und an Mauer II konnten zwei Tiere sogar in ihrem dritten Beobachtungsjahr registriert werden. Die relative Wiederfundhäufigkeit nahm allerdings insbesondere vom ersten zum zweiten Beobachtungsjahr stark ab (BJ1: 42,9 %; BJ2: 20,2 %) (Tab. 1). Bei Interpretation von Tabelle 1 ist zu beachten, dass die Beobachtungsjahre (Bj) nicht den Untersuchungsjahren entsprechen, da die Individuen zu unterschiedlichen Zeiten markiert wurden. In den Spalten M₁, M₂ und M₃ wird jeweils die Zahl der insgesamt markierten Individuen angegeben, die rein theoretisch in ihrem 1. (M₁), 2. (M₂) oder 3. (M₃) Beobachtungsjahr hätten registriert werden können. Bei den Zufallsfunden handelt es sich um markierte Exemplare, die im Rahmen anderer Untersuchungen wiedergefunden wurden.

Tab. 1: Wiederfundraten im ersten, zweiten und dritten Beobachtungsjahr (Bj) sowie im gesamten Untersuchungszeitraum (Uz); M₁, M₂, M₃ = Zahl Markierungen (siehe Text); W = Wiederfund; UF = Untersuchungsfläche; * ein Individuum mit unvollständigem Farbcode 2005 incl.; ** ein Zufallsfund 2001 incl.; *** ein Zufallsfund 2003 incl.

UF	M ₁	Individuen mit W im 1. Bj		M ₂	Individuen mit W im 2. Bj		M ₃	Individuen mit W im 3. Bj		Individuen mit W im gesamten Uz	
		n	%		n	%		n	%	n	%
MI	17	6	35,3	12	1	8,3	-	-	-	6	35,3
MII	58	30	51,7	33	8*	24,2	12	2***	16,7	33*/**/	56,9
F	69	29	42,0	20	4**	20,0	-	-	-	29**	42,0
BMI	57	23	40,4	24	5	20,8	-	-	-	27	47,4
BF	4	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0
Summe	205	88	42,9	89	18**/**	20,2	12	2***	16,7	95**/**/	46,3

„Verweildauer“ und Wiederfundhäufigkeit

Tab. 2 zeigt für alle 2002, 2004 und 2005 markierten Individuen mit Wiederfund (n = 73), innerhalb welcher Zeiträume die einzelnen Exemplare registriert wurden („Verweildauer“). Bei der Interpretation der tabellarischen Darstellung ist zu beachten, dass die Wiederfundwahrscheinlichkeit der einzelnen Exemplare in Abhängigkeit des Zeitpunktes ihrer Kennzeichnung differiert. Für alle Individuen gilt jedoch, dass nach ihrer Markierung für die Dauer von mehr als einem Monat Kontrollgänge erfolgten, so dass theoretisch für jedes Tier eine „Verweildauer“ von mehr als einem Monat hätte nachgewiesen werden können. Von „Verweildauer“ zu sprechen, ist insofern missverständlich, als dass sich die Tiere in der Zeit zwischen ihrer Markierung und dem letzten Wiederfund nicht durchgängig auf der jeweiligen Fläche aufgehalten haben müssen.

Auffällig ist, dass nur fünf der insgesamt 73 Individuen (6,8 %) letztmalig in der 3. oder 4. Beobachtungswoche angetroffen wurden, während die übrigen entweder ausschließlich innerhalb der ersten beiden Wochen registriert wurden (31 Ind. / 42,5 %) oder noch nach mehr als einem Monat als Wiederfund auftraten (37 Ind. / 50,7 %). Zu letzteren gehörten auch jene Tiere, die in ihrem zweiten und/oder dritten Beobachtungsjahr wiedergefunden wurden.

Tab. 2: Zeitraum zwischen Markierung und letztem Wiederfund der markierten Individuen

Jahr der Markierung	Untersuchungsfläche	Letzter Wiederfund					
		1. Woche	2. Woche	3. Woche	4. Woche	> 1 Monat	Gesamt
Gesteinshabitate							
2002	MI	0	1	0	0	1	2
	MII	0	0	0	0	4	4
2004	MII	2	1	1	0	2	6
	F	0	1	0	0	4	5
2005	MII	0	1	0	0	5	6
	F	6	2	0	0	2	10
Summe Gesteinshabitate		8 (24,2 %)	6 (18,2 %)	1 (3,0 %)	0 (0 %)	18 (54,5 %)	33 (100 %)
Gesteinshabitate und Bodenflächen							
2004	MII und BMII	0	0	0	0	1	1
	F und BF	0	0	1	0	2	3
2005	MII und BMII	2	1	0	0	6	9
	F und BF	0	4	1	0	0	5
Summe Gesteinshabitate und Bodenflächen		2 (11,1 %)	5 (27,8 %)	2 (11,1 %)	0 (0 %)	9 (50,0 %)	18 (100 %)
Bodenflächen							
2004	BMII	4	1	0	0	5	10
2005	BMII	1	4	1	1	5	12
Summe Bodenflächen		5 (22,7 %)	5 (22,7 %)	1 (4,5 %)	1 (4,5 %)	10 (45,5 %)	22 (100 %)
Summe aller Habitate		15 (20,5 %)	16 (21,9 %)	4 (5,5 %)	1 (1,4 %)	37 (50,7 %)	73 (100 %)

Betrachtet man die Wiederfundhäufigkeit in den Jahren 2002, 2004 und 2005, so ist festzustellen, dass von den 73 Individuen mit Wiederfund 29 Exemplare (39,7 %) nur einmal, 39 Tiere (53,4 %) zwei- bis sechsmal und lediglich 5 Individuen (6,8 %) häufiger wiedergefunden worden waren. Die Schnecken, die nach ihrer Markierung mehr als einmal registriert wurden (44 Ind.), waren mit zwei Ausnahmen nicht ohne Unterbrechung auf den Untersuchungsflächen angetroffen worden. Die Registrierungen der Individuen mit nur einem Wiederfund erfolgten dagegen überwiegend ohne Unterbrechung (17 Ind. / 58,6 %). Fünf Exemplare (17,2 %) wurden einmalig sechs bis 17 Tage nach ihrer Markierung wieder angetroffen, und in sieben Fällen (24,1 %) lagen die Registrierungen zeitlich noch weiter auseinander. Die größte Zeitspanne zwischen Markierung und Wiederfund wiesen zwei Individuen auf, die ausschließlich am Boden registriert worden waren. Diese Tiere waren im April 2004 markiert und nur einmal ca. ein Jahr später – ebenfalls im April – wiedergefunden worden.

Aufenthaltsorte und Distanzen vom Gesteinshabitat

In den Jahren 2004 und 2005 wurden auch die Bodenflächen vor den Gesteinshabitaten MII und F in die Untersuchung einbezogen. Auf diese Weise konnte für einen Teil der markierten Individuen nachgewiesen werden, dass sie sowohl die Gesteinshabitate als auch die Bodenflächen davor nutzten. Insgesamt traten in den Jahren 2004 und 2005 67 Individuen mit Wiederfund auf. Davon wurden

- 38,8 % (26 Individuen) ausschließlich in einem der beiden Gesteinshabitate,
- 32,8 % (22 Individuen) nur auf der Bodenfläche vor Mauer II und
- 28,4 % (19 Individuen) sowohl in einem der Gesteinshabitate als auch auf der davor befindlichen Bodenfläche registriert.

Die Mehrzahl dieser Tiere war in einem geringen Abstand vom jeweiligen Gesteinshabitat wiedergefunden worden. Die Individuen, die auch am Boden vor dem Felsen (F) registriert werden konnten ($n = 8$), waren bis auf eine Ausnahme in weniger als 0,25 m Entfernung vom Felsen angetroffen worden. Nur ein Exemplar war mit 0,84 m weiter von der Felswand entfernt. Von den elf Tieren, die so-

wohl an Mauer II als auch auf der Bodenfläche davor registriert werden konnten, waren sieben Individuen maximal 0,60 m von der Mauer entfernt am Boden angetroffen worden. Das am weitesten von der Mauer entfernte Tier befand sich in einem Abstand von 1,57 m von dieser am Boden.

Von den ausschließlich am Boden vor MII registrierten Exemplaren (n = 22) waren acht (36,4 %) nur im April angetroffen worden. Vier dieser Tiere konnten sowohl 2004 als auch 2005 im April als Wiederfund vermerkt werden. Bei den Individuen, die nicht oder nicht nur am Boden, sondern auch in einem der Gesteinshabitate angetroffen worden waren (n = 45), lag der Anteil der ausschließlich im April registrierten Exemplare dagegen lediglich bei 8,9 % (4 Ind.). Zu dieser Jahreszeit waren häufig Tiere unter Totholz und Steinen auf der Bodenfläche vor MII vorgefunden und markiert worden. Von den insgesamt auf der Fläche BMII im April 2004 und 2005 markierten Exemplaren (n = 47) wurden mehr als die Hälfte (27 Ind. / 57,4 %) nicht wiedergefunden, einige (17 Ind. / 36,2 %) fanden sich später nur am Boden und wenige (3 Ind. / 6,4 %) auch an der Mauer II wieder. Von den später im Jahr auf BMII markierten Individuen (n = 10) wurden dagegen nur 30 % (3 Ind.) nicht wieder angetroffen.

Ortswechsel und „Bewegungsmuster“

Wie bereits oben dargelegt wurde, nutzte ein Teil der 2004 und 2005 markierten Individuen mit Wiederfund (n = 67) sowohl eines der Gesteinshabitate (MII oder F) als auch die jeweils davor befindliche Bodenfläche (BMII oder BF). Für diese 19 Individuen konnten ein- oder mehrmalige Ortswechsel zwischen dem jeweiligen Gesteinshabitat und dem Boden davor in die eine und/oder andere Richtung nachgewiesen werden. Im Einzelnen wurden folgende Ortsveränderungen beobachtet:

2 Ind.: F → BF
 5 Ind.: F → BF → F
 1 Ind.: F → BF → F → BF → F
 4 Ind.: MII → BMII
 2 Ind.: MII → BMII → MII
 3 Ind.: BMII → MII
 2 Ind.: BMII → MII → BMII

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die chronologische Abfolge der Aufenthaltsorte („Bewegungsmuster“) einiger Individuen, die häufiger und über einen längeren Zeitraum beobachtet werden konnten. Um die zeitliche Abfolge deutlich zu machen, wurden die Lokalisationspunkte in den grafischen Darstellungen in der Reihenfolge ihrer Protokollierung miteinander verbunden. Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich dabei nicht um die tatsächlichen Bewegungsmuster der Tiere handelt. Diese können die im Zeittakt von drei bis vier Tagen erhobenen Daten nicht widerspiegeln. Die Abbildungen 5 und 6 lassen zum Teil eine gewisse Konzentration der Aufenthaltsorte in bestimmten Bereichen der Gesteinshabitate erkennen („Vorzugsbereiche“).

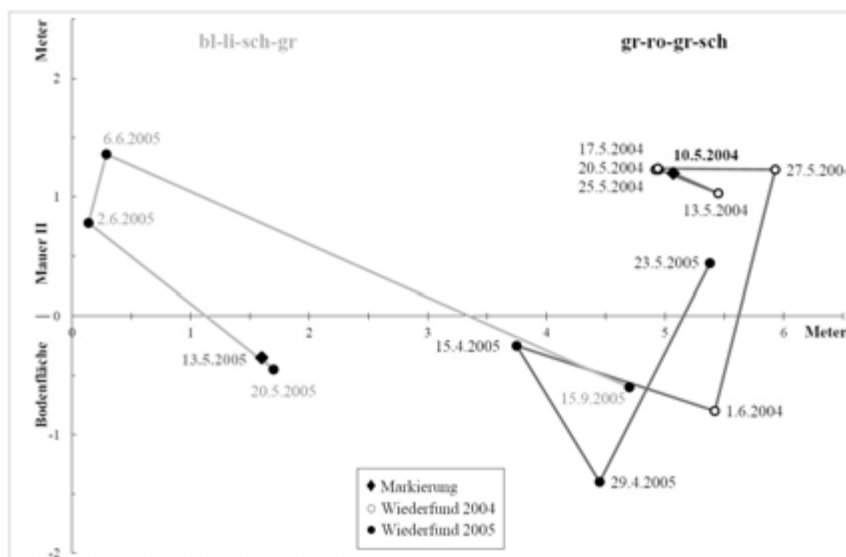


Abb. 5: „Bewegungsmuster“ der Individuen blau-lila-schwarz-grün und grün-rot-grün-schwarz an Mauer II und auf der Bodenfläche davor.

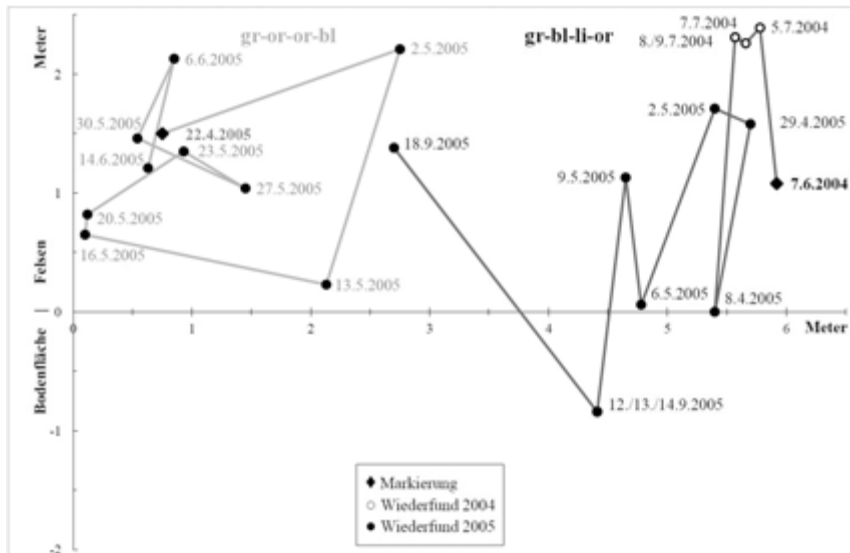


Abb. 6: „Bewegungsmuster“ der Individuen grün-orange-orange-blau und grün-blau-lila-orange am Felsen und der Bodenfläche davor.

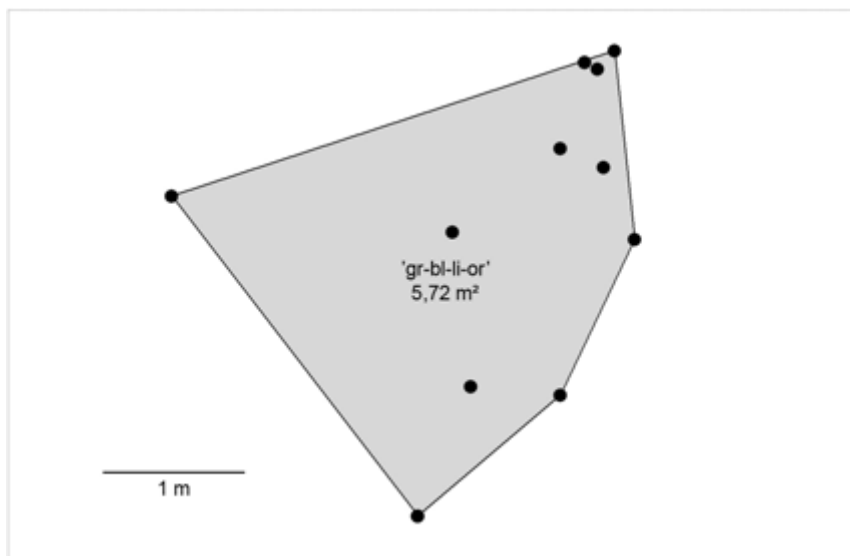


Abb. 7: Beispiel für die Ermittlung der Aktionsraumgröße für das Tier „grün-blau-lila-orange“ (vgl. Abb. 6 rechts). Dieses Individuum mit dem größten Aktionsraum von 5,72 m² war 2004 und 2005 am Felsen und auf der Bodenfläche davor beobachtet worden.

Ausbreitungsdistanzen und Aktionsraumgröße

Da lediglich zu Zeiten der Versatzexperimente täglich Kontrollgänge stattfanden (JUNKER in Vorbereitung), existieren nur wenige Datensätze, die Aufschluss über die Distanzen zwischen zwei Aufenthaltsorten geben, die im Abstand von einem Tag registriert wurden ($n = 17$). Ganz überwiegend wurden die Tiere einen Tag nach ihrer letzten Beobachtung wieder exakt an dem Ort angetroffen, an dem sie sich einen Tag zuvor aufgehalten hatten (11 Individuen). In drei Fällen lag der neue Aufenthaltsort maximal 0,10 m vom alten Lokalisationspunkt entfernt und in den anderen drei Fällen betrug die Distanz 0,49 m, 1,56 m und 2,32 m. Die Distanz von 2,32 m wurde für ein Tier ermittelt, das einen Tag nach seiner ersten Registrierung am Felsen unmittelbar vor diesem Gesteinshabitat wiedergefunden wurde. Auch die größte Ausbreitungsdistanz innerhalb von drei Tagen ($n = 29$) bewegt sich mit 2,24 m in dieser Größenordnung. In 82,8 % der Fälle betrug sie jedoch höchstens einen Meter. Bei den Exemplaren, die in zwei Beobachtungsjahren registriert worden waren ($n = 5$), lag die maximale Ausbreitungsdistanz dagegen in vier von fünf Fällen über drei Meter (3,02 m, 3,51 m, 4,40 m und 5,02 m). Der geringste Wert betrug hier 1,71 m. Das Tier, für das mit 5,02 m die insgesamt größte Ausbreitungsdistanz ermittelt wurde, war im April 2004 im Abstand von 4,80 m von der Mauer am Boden

markiert worden. Danach konnte es nur einmal wieder angetroffen werden, und zwar im April des Folgejahres. Zu diesem Zeitpunkt befand es sich im Abstand von 0,20 m am Boden vor der Mauer.

Die Aktionsraumgröße (MPC 100) betrug bei den Exemplaren, deren letzte Registrierung innerhalb eines Beobachtungsjahres nach mehr als zwei Wochen nach ihrer Markierung erfolgte ($n = 23$), im Durchschnitt $0,86 \text{ m}^2$ (Median: $0,25 \text{ m}^2$). Bei Tieren, die im ersten und zweiten Beobachtungsjahr angetroffen wurden ($n = 7$), hatte der Aktionsraum eine Größe von durchschnittlich $2,24 \text{ m}^2$ (Median $2,06 \text{ m}^2$). Zu diesen Tieren zählt jenes Individuum (Tier „grün-blau-lila-orange“ in Abb. 6 rechts), für das der insgesamt größte Aktionsraum von $5,72 \text{ m}^2$ ermittelt wurde (Abb. 7).

Diskussion

Wiederfundraten und „Verweildauer“

Dass trotz der hohen Lebenserwartung von *C. laminata* von insgesamt sieben Jahren (BULMAN 1996) das Gros der markierten Individuen gar nicht oder nur innerhalb der ersten beiden Wochen nach der Kennzeichnung wiedergefunden wurde (Tab. 1 und 2), ist am ehesten darauf zurückzuführen, dass die meisten Schnecken die Untersuchungsflächen nur für kurze Aufenthalte nutzten und danach in das nähere oder weitere Umfeld abwanderten. Dabei könnten die Waldarbeiten im April 2005 von besonderer Bedeutung gewesen sein, da der Verlust von wichtigen Kleinhabitaten wie Langholzstapeln und Totholz die Abwanderung von *C. laminata* auslösen kann (DÖRING 1994). Nur etwa ein Fünftel der markierten Tiere zeichnete sich durch eine ausgeprägte Ortstreue aus. Diese Individuen wurden auch in ihrem zweiten Beobachtungsjahr auf den Untersuchungsflächen angetroffen und an Mauer II konnten zwei Exemplare sogar in ihrem dritten Beobachtungsjahr registriert werden (Tab. 1). Ein vergleichbares Verhalten beobachtete POTTS (1975) bei *Cornu aspersum* (O. F. MÜLLER 1774). Er fand Individuen dieser Art monate- oder jahrelang an den gleichen Büschen. Mit 20,2 % war die Wiederfundrate bei *C. laminata* im zweiten Beobachtungsjahr zwar wesentlich geringer als im ersten, sie bewegt sich aber in der gleichen Größenordnung wie die Wiederfundraten, die von SCHILTHUIZEN & LOMBAERTS (1994) und GIOKAS & MYLONAS (2004) für die Clausiliiden *Albinaria corrugata* (BRUGUIÈRE 1792) und *Albinaria caerulea* (DESHAYES 1832) nach einem Jahr ermittelt wurden (27 % bzw. 17,5 %).

Generell ist die Wiederfundrate gekennzeichneter Schnecken von verschiedenen Faktoren abhängig. Dazu zählen u. a. die Markierungstechnik (HENRY & JARNE 2007), die Größe der Tiere (AUBRY & al. 2006) und die Habitatstruktur (BAUR & BAUR 1995). Darüber hinaus ist die Größe der Untersuchungsfläche von Bedeutung. Wird sie zu klein gewählt, kann nicht der komplette Aktionsraum der Tiere abgedeckt werden, und die Wiederfundrate fällt entsprechend gering aus. Wird sie zu groß gewählt, ist es schwieriger bis unmöglich, markierte Individuen kleinerer Arten in heterogenen Habitaten wiederzufinden (vgl. AUBRY & al. 2006). Im vorliegenden Fall dürfte die Eingrenzung der Untersuchungsflächen auf nur wenige Quadratmeter dazu geführt haben, dass der Anteil der ortstreuen Individuen (s. o.) unterschätzt wurde. Wenigstens ein Teil der scheinbar abgewanderten Tiere dürfte sich nämlich überwiegend auf den Bodenflächen aufgehalten haben, die oberhalb und seitlich an die Gesteinshabitate angrenzen. Dafür spricht auch, dass ein Exemplar wieder an Mauer II auftrat, nachdem es in dem vorausgegangenen Beobachtungsjahr gar nicht registriert worden war.

Bewegungsmuster und Habitatnutzung

Zu der Gruppe der Individuen, die innerhalb größerer Zeiträume registriert wurden, zählen nicht nur Schnecken, die über einen längeren Zeitraum regelmäßig auf den Flächen angetroffen wurden, sondern auch einige Exemplare, die lediglich einmalig oder sporadisch wieder auftraten. Eine Besonderheit bildeten acht Individuen, deren Registrierung nur im April auf der Untersuchungsfläche vor Mauer II (BMII) unter Totholz oder Steinen erfolgte. Die Hälfte dieser Tiere war sogar in zwei aufeinander folgenden Beobachtungsjahren ausschließlich im April angetroffen worden. Bei diesen Exemplaren handelte es sich höchstwahrscheinlich um Überwinterer, die auf BMII ihre winterliche Kältestarre verbrachten. Nach BULMAN (1996) findet die Überwinterung bei der Glatten Schließmundschnecke in Moderholz oder im Boden statt. Aber auch in der Laubstreu scheint sie die kalte Jahreszeit zu überdauern, denn hier wurde die Art von SZYBIAK & al. (2009) im Winter wesentlich häufiger als im

Sommer registriert. Im Untersuchungsgebiet am Hüggel überwinterten die Glatten Schließmundschnecken, die die Gesteinshabitate nutzten, sehr wahrscheinlich in deren unmittelbarem Umfeld im und unter Totholz. Das konnte für drei markierte Exemplare nachgewiesen werden und dürfte auch für die übrigen Individuen zutreffen. Im April 2004 und 2005 waren auffällig viele Individuen am Boden vor Mauer II vor allem an und unter Totholz angetroffen und markiert worden. Da von diesen Exemplaren mehr als die Hälfte nicht wiedergefunden wurde, von den hier später im Jahr markierten Schnecken aber nur 30 % ohne Wiederfund blieben, liegt es nahe, dass auch Tiere aus dem Umfeld von BMII die Fläche zur Überwinterung aufsuchten. Offensichtlich nutzten relativ viele Individuen die Fläche vor Mauer II bzw. das dort befindliche Totholz ausschließlich zur Überwinterung. Darauf deutet auch der vergleichsweise hohe Prozentsatz der hier nur im April registrierten Exemplare hin.

Die Daten der vorliegenden Untersuchung belegen, dass die Glatte Schließmundschnecke Gesteinshabitate nur im Wechsel mit angrenzenden Bodenflächen nutzt. Ein ähnliches Verhalten beobachtete KERKHOFF (1993b) bei *C. laminata* auch an Baumstämmen. Sie konnte dokumentieren, dass die meisten der von ihr beobachteten Tiere fast täglich zu ihrem Baum zurückkehrten. Daher schreibt KERKHOFF (1993b) dieser Spezies eine Art Heimfindevermögen zu. In den Gesteinshabitaten am Hüggel suchten die häufiger registrierten Individuen bestimmte Bereiche („Vorzugsbereiche“) wiederholt auf, was ebenfalls als Indiz für ein solches Verhalten gewertet werden kann (JUNKER in Vorbereitung). Weiterhin spricht für ein Heimfindevermögen, dass einige Individuen wiederholt die gleichen Überwinterungsplätze aufsuchten (s. o.) und sich einzelne Exemplare selbst nach der Überwinterung einem Bereich in „ihrem“ Gesteinshabitat näherten, in dem sie im Vorjahr mehrfach beobachtet worden waren (Abb. 5 und 6).

Die Kopulation findet bei *C. laminata* nach BULMAN (1996) an Baumstämmen statt. Am Hüggel suchten die markierten Individuen stattdessen wahrscheinlich die Gesteinshabitate auf der Suche nach potenziellen Kopulationspartnern auf. Dort trafen sie auf besonders viele Artgenossen und deren Schleimspuren, die bei der Partnersuche der Gastropoden für die Orientierung eine wichtige Rolle spielen (NG & al. 2013). Außerdem waren sie an den Mauern und dem Felsen vor Prädatoren am Boden geschützt. Gesteinshabitate könnten daher – ähnlich wie Baumstämme – bevorzugte Orte der Partnersuche und der Kopulation von *C. laminata* darstellen. Möglicherweise suchte ein Teil der beobachteten Tiere die Gesteinsflächen sogar ausschließlich zur Paarung auf, was erklären würde, weshalb sie sich hier nur für kurze Zeit aufhielten. Auch für das Exemplar, das wieder mehrmals an Mauer II registriert wurde, nachdem es in einem Beobachtungsjahr gar nicht angetroffen worden war, könnte dieses Gesteinshabitat einen bevorzugten Paarungsplatz dargestellt haben. Es wurde dort nämlich ausschließlich im Mai, also zur Zeit der ersten Reproduktionsphase von *C. laminata*, wiedergefunden.

Dass die Schnecken die Gesteinshabitate teilweise auch als Rückzugsräume nutzten, belegen Beobachtungen am Felsen. Hier hielten sich tagsüber häufiger ruhende Individuen dicht an dicht im Deckenbereich und in den Ecken der schattigen Einbuchtung auf. Auch die Vorzugsbereiche einzelner Individuen in den Gesteinshabitaten könnten vielleicht eher Rückzugsräume als Orte der Nahrungsaufnahme darstellen, zumal das Nahrungsangebot im Falle von Mauer II und dem Felsen als gering einzuschätzen ist. FRÖMMING (1954) geht davon aus, dass die Glatte Schließmundschnecke saprophag und mycetophag lebt. Entsprechend dieser Vorliebe sollte *C. laminata* vor allem an Totholz auf Nahrungssuche gehen. In diesem Mikrohabitatyp ist die Glatte Schließmundschnecke auch tatsächlich besonders häufig vorzufinden, so dass Totholz als präferiertes Habitat dieser Art angesehen wird (u. a. KAPPES 2005, SÓLYMOS & al. 2009).

Insgesamt geben die Beobachtungen in den Gesteinshabitaten und auf den angrenzenden Untersuchungsflächen zu der Vermutung Anlass, dass *C. laminata* zum einen Rückzugsräume an vertikalen Oberflächen im Wechsel mit Nahrungsrefugien am Boden aufsucht und zum anderen saisonale Wanderungen zwischen verschiedenen Teilhabitaten unternimmt, und zwar in ähnlicher Weise, wie es von EDELSTAM & PALMER (1950) und POLLARD (1975) für *Helix pomatia* LINNAEUS 1758 sowie für *Cepaea nemoralis* (LINNAEUS 1758) von CHANG & EMLÉN (1993) belegt wurde. Zu diesen Teillebensräumen gehören einerseits liegendes Totholz, das sehr wahrscheinlich nicht nur als Überwinterungshabitat und Eiablageplatz dient, sondern auch für die Nahrungssuche genutzt wird und andererseits vertikale Oberflächen in Form von Baumstämmen, Mauern und Felswänden, die vermutlich vor allem Orte der Paarung und Rückzugsräume darstellen.

Ausbreitungsdistanzen und Aktionsraumgröße

Die Glatte Schließmundschnecke wird in einer Pilotstudie zum Klimawandel und zur Biologischen Vielfalt in Nordrhein-Westfalen (KOBIALKA 2009) zur Kategorie der ausbreitungsschwächsten Arten mit einer mittleren Ausbreitungsdistanz von weniger als 50 m gezählt. Nach ROTARIDES (1935) legt sie 22 mm pro Minute zurück und gehört damit zu den langsameren der von ihm untersuchten Arten. Betrachtet man die relative Geschwindigkeit (zurückgelegter Weg : Sohlenlänge), befindet sie sich mit 1,7 jedoch im Mittelfeld. Bei dieser Geschwindigkeit sollte *C. laminata* rein theoretisch dazu in der Lage sein, mehrere Meter pro Tag zurückzulegen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung betrug die maximale Distanz der an zwei aufeinanderfolgenden Tagen registrierten Aufenthaltsorte eines Individuums jedoch nur 2,32 m. Da dieses Exemplar zunächst am Felsen in einer Höhe von 2,32 m angetroffen worden war und einen Tag später am Fuß des Gesteinshabitates wiedergefunden wurde, muss es diese Strecke jedoch nicht kriechend zurückgelegt haben. Nach HELFER (2000) lassen sich Schließmundschnecken aus größeren Höhen einfach zu Boden fallen, da das Gehäuse ein Abwärtskriechen erschwert. Die weiteste Distanz, die ein markiertes Exemplar innerhalb von 24 Stunden nachweislich kriechend überwunden hatte, betrug lediglich 0,49 m. Das entspricht etwa der maximalen täglichen Ausbreitungsleistung (42 cm) der halb so großen *Chondrina arcadica clienta* (WESTERLUND 1883), die ebenfalls in Gesteinshabitaten und an Baumstämmen anzutreffen ist (BAUR & BAUR 1995). Dass *C. laminata* innerhalb eines Tages auch sehr viel größere Distanzen zurücklegen kann, belegen die Ergebnisse der Versatzexperimente zum Heimfindevermögen (JUNKER in Vorbereitung). Die maximale Distanz, die im Rahmen dieser Experimente registriert wurde, bewegt sich mit 3,32 m in der Größenordnung der Mobilitätsleistungen anderer Arten, die sich durch eine relativ hohe Lokomotionsaktivität auszeichnen. So zeigt eine Untersuchung von POPOV & KRAMARENKO (2004), dass *Xeropicta derbentina* (KRYNICKI 1836) und *Xeropicta krynickii* (KRYNICKI 1833) in der Lage sind, 3 m pro Tag zurückzulegen. Obwohl *C. laminata* damit offenbar relativ große Distanzen pro Tag überwinden kann, befanden sich die Aufenthaltsorte der markierten Tiere innerhalb kurzer Zeiträume in der Regel auf engem Raum. So betragen die Ausbreitungsdistanzen innerhalb von drei Tagen ganz überwiegend maximal einen Meter. In der gleichen Größenordnung liegen die von KERKHOFF (1993b) für *C. laminata* und *Balea biplicata* (MONTAGU 1803) angegebenen maximalen Distanzen vom Ausgangspunkt (0,63 m bzw. 0,60 m, ohne Zeitangabe).

Die maximale Ausbreitung von *C. laminata* innerhalb eines Jahres und damit zugleich die größte Ausbreitungsdistanz im Rahmen der vorliegenden Untersuchung betrug 5,02 m. Danach ist die Ausbreitungsleistung der Glatten Schließmundschnecke vergleichbar mit derer anderer Clausiliiden. Beispielsweise nennen SCHILTHUIZEN & LOMBAERTS (1994) für die als ortstreu geltende *Albinaria corrugata* eine maximale jährliche Ausbreitungsdistanz von 4 bis 5 m und für *Albinaria caerulea* geben GOKAS & MYLONAS (2004) eine maximale Ausbreitungsdistanz von 7,5 m (ohne Zeitangabe) an. Es deutet aber einiges darauf hin, dass die hier ermittelten Ausbreitungsdistanzen die Ausbreitungsfähigkeit von *C. laminata* nicht korrekt widerspiegeln. Nach einer Zusammenstellung von Literaturangaben zu den Mobilitätsleistungen verschiedener Schneckenarten in KRAMARENKO (2014) ist die Glatte Schließmundschnecke dazu in der Lage, in nur einem Monat 12 m zurückzulegen, und DÖRING (1994) hält sogar eine Ausbreitung von etwa 250 m innerhalb einer Generation für möglich. Die Diskrepanz zwischen diesen Angaben und den im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelten vergleichsweise geringen Ausbreitungsdistanzen könnte einerseits auf eine Unterschätzung des Ausbreitungspotenzials der am Hügel markierten Individuen aufgrund der relativ geringen Größe der Untersuchungsflächen zurückzuführen sein, andererseits geben die Ergebnisse aber auch zu der Vermutung Anlass, dass bei *C. laminata* individuelle Unterschiede bezüglich der Ausbreitungstendenz bestehen. Neben ortstreuen Exemplaren scheint es Tiere mit einer stärkeren Tendenz zur Ausbreitung zu geben. Ähnliche Verhältnisse fanden BAUR & GOSTELI (1986) bei *Arianta arbustorum* (LINNAEUS 1758). Darüber hinaus kann die aktive Ausbreitung innerhalb einer Art generell stark variieren, da sie von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst wird (COWIE 1980, BAKER 1988, BAUR & BAUR 1995). Neueren Untersuchungen zufolge dürften Habitat-Spezialisten eine geringere Ausbreitungstendenz als Generalisten haben (DAHIREL & al. 2015). Als Mikrohabitat-Spezialist mit einer deutlichen Präferenz für Totholz (SÓLYMOS & al. 2009) ist *C. laminata* der erstgenannten Gruppe zuzuordnen. Daher sollte ihre Ausbreitungstendenz eher gering und der Aktionsraum entsprechend klein sein.

Tatsächlich ist der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung berechnete größte Aktionsraum eines Individuums mit 5,72 m² wesentlich kleiner als die Aktionsraumgrößen, die für *Arion lusitanicus* J. MABILLE 1868 angegeben werden (GRIMM & PAILL 2001: 12,4-45,4 m²), der als Habitatgeneralist gilt. Ein Aktionsraum von wenigen Quadratmetern erscheint für die markierten Individuen, die sich ortstreu verhielten, durchaus realistisch. Diese Exemplare nutzten die Gesteinshabitate offensichtlich im Wechsel mit unmittelbar angrenzenden Bodenflächen, wo sie auch überwinterten. Die Aktionsräume der weiter abgewanderten Tiere dürften dagegen deutlich größer gewesen sein. Dass die MCP 100 keinen deutlichen Grenzwert erkennen lassen, spricht ebenfalls dafür, dass die Aktionsraumgrößen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung unterschätzt wurden. Hier müssen weitere Untersuchungen auf größeren Flächen Klarheit schaffen. Letztendlich wird die Aktionsraumgröße von der Ausbreitungstendenz des jeweiligen Individuums, dem Vorhandensein der benötigten Teilhabitate und deren Distanz voneinander, der Habitatqualität (EDWORTHY & al. 2012), der Populationsdichte (GRIMM & PAILL 2001) und möglicherweise weiteren Faktoren abhängig sein.

Danksagung

Herzlichen Dank sage ich Prof. Dr. H. ZUCCHI für die Möglichkeit, die Thematik im Rahmen des Projektes „Aktionsradius und Heimfindervermögen der Glatten Schließmundschnecke (*Cochlodina laminata*)“ zu bearbeiten und die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Weiterhin gilt mein Dank GORDON LAYNE MACKAY, IMKE PISKORSKI, SONJA PITTELKOW, Dipl.-Ing. PAUL STEGMANN, MANUELA THOMAS, Dipl.-Ing. LOTHAR ULFERTS, ALEXANDRA VAAS und B. Eng. JANINA VOSKUH, die an der Datenerhebung und der Erstellung der Grafiken beteiligt waren oder bei Fragen im Zusammenhang mit der Software Unterstützung leisteten. Ganz besonders möchte ich an dieser Stelle auch der Kreissparkasse Bersenbrück danken, die das Projekt durch ihre finanzielle Unterstützung erst möglich machte.

Quellenverzeichnis

- AUBRY, S., LABAUNE, C., MAGNIN, F., ROCHE, P. & KISS, L. (2006): Active and passive dispersal of an invading land snail in Mediterranean France. — *Journal of Animal Ecology*, **75** (3): 802-813, London.
- BAKER, G. H. (1988): Dispersal of *Theba pisana* (Mollusca: Helicidae). — *Journal of Applied Ecology*, **25** (3): 889-900, London.
- BAUR, B. & BAUR, A. (1995): Habitat-related dispersal in the rock-dwelling land snail *Chondrina clienta*. — *Ecography*, **18**: 123-130, Lund.
- BAUR, B. & GOSTELI, M. (1986): Between and within population differences in geotactic response in the land snail *Arianta arbustorum* (L.) (Helicidae). — *Behaviour*, **97** (1/2): 147-160, Groningen.
- BULMAN, K. (1996): Life cycle of *Cochlodina laminata* (MONTAGU, 1803) in the laboratory and the field. — *Arianta II – Jahrbuch 1995 und Symposium 1996 „Alpine Landschnecken“* Johnsbach/Steiermark: 31, Wien.
- CHANG, H.-W. & EMLÉN, J. M. (1993): Seasonal Variation of microhabitat distribution of the polymorphic land snail *Cepaea nemoralis*. — *Oecologia*, **93** (4): 501-507, Berlin, Heidelberg.
- COLLING, M. (1992): Muscheln und Schnecken. Einführung in die Untersuchungsmethodik. — In: TRAUTNER, J. (Hrsg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen (BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9.-10. November 1991), Ökologie in Forschung und Anwendung: 111-118, Weikersheim (J. Margraf).
- COWIE, R. H. (1980): Observation on the dispersal of two species of British land snail. — *Journal of Conchology*, **30**: 201-208, London.
- DAHIREL, M., OLIVIER, E., GUILLER, A., MARTIN, M.-C., MADEC, L. & ANSART, A. (2015): Movement propensity and ability correlate with ecological specialization in European land snails: comparative analysis of a dispersal syndrome. — *Journal of Animal Ecology*, **84**: 228-238, London.
- DÖRING, C. (1994): Prüfung der Eignung geographischer Informationssysteme für die biologische Mesoskala. — 68 S., Diplomarbeit, Georg-August-Universität Göttingen [unveröffentlicht].
- EDELSTAM, C. & PALMER, C. (1950): Homing behaviour in gastropods. — *Oikos*, **2**: 259-270, Lund.

- EDWORTHY, A. B., STEENSMA, K. M. M., ZANDBERG, H. M. & LILLEY, P. L. (2012): Dispersal, home-range size, and habitat use of an endangered land snail, the Oregon forestsnail (*Allogona townsendiana*). — Canadian Journal of Zoology, **90**: 875-884, Ottawa.
- FALKNER, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Mollusken (Weichtiere). — Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, **97**: 61-112, München.
- FRÖMMING, E. (1954): Die Biologie der mitteleuropäischen Landgastropoden. — 404 S., Berlin (Duncker & Humboldt).
- Gemeinde Hasbergen (Hrsg.) (1980): Hüggel – Geologischer Exkursionsführer von FRANZ-JÜRGEN HARMS. — 70 Seiten, Bramsche (Rasch Druckerei und Verlag GmbH & Co. KG).
- GIOKAS, S. & MYLONAS, M. (2004): Dispersal patterns and population structure of the land snail *Albinaria coerulea* (Pulmonata: Clausiliidae). — Journal of Molluscan Studies, **70**: 107-116, Oxford.
- GRIMM, B. & PAILL, W. (2001): Spatial distribution and home-range of the pest slug *Arion lusitanicus* (Mollusca: Pulmonata). — Acta Oecologica, **22**: 219-227, Issy-les-Moulineaux.
- HARRIS, S., CRESSWELL, W. J., FORDE, P. G., TREWELLA, W. J., WOLLART, T. & WRAY, S. (1990): Home-range analysis using radio-tracking data: a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. — Mammal Review, **20**: 97-123, Bristol.
- HELFER, W. (2000): Urwälder von morgen – Bayerische Naturwaldreservate im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön. – Naturwaldreservate in Bayern Bd. 5, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und dem Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz, Technische Universität München-Freising. — 160 S., Eiching bei München (IHW-Verlag).
- HENRY, P.-Y. & JARNE, P. (2007): Marking hard-shelled gastropods: tag loss, impact on life-history traits and perspectives in biology. — Invertebrate Biology, **126** (2): 138-153, Long Beach.
- KAPPES, H. (2005): Influence of coarse woody debris on the gastropod community of a managed calcareous beech forest in Western Europe. — Journal of Molluscan Studies, **71** (2): 85-91, Oxford.
- KERKHOFF, C. (1993a): Untersuchungen an Gastropodenzönosen von Auenwäldern in Süddeutschland. Teil I. — Zoologische Jahrbücher / Abteilung Ökologie und Morphologie der Tiere (Biologie III), **120**: 321-375, Jena.
- KERKHOFF, C. (1993b): Untersuchungen an Gastropodenzönosen von Auenwäldern in Süddeutschland. Teil II. — Zoologische Jahrbücher / Abteilung Ökologie und Morphologie der Tiere (Biologie III), **120**: 453-494, Jena.
- KOBIALKA, H. (2009): Weichtiere. - In: BEHRENS, M., FARTMANN, T. & HÖLZEL, N.: Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. - Teil 1: Fragestellung, Klimaszenario, erster Schritt der Empfindlichkeitsanalyse – Kurzprognose. — 289 S., Düsseldorf (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen).
- KRAMARENKO, S. S. (2014): Active and passive dispersal of terrestrial mollusks: a review. — Ruthenica, **24** (1): 1-14, Moskau.
- Landkreis Osnabrück – Der Oberkreisdirektor – Amt für Naturschutz (Hrsg.) (1993): Landschaftsrahmenplan Landkreis Osnabrück. Kapitel 1. — 14 S. (Loseblattsammlung), Osnabrück.
- NG, T. P. T., SALTIN, S. H., DAVIES, M. S., JOHANNESSEN, K., STAFFORD, R. & WILLIAMS, G. A. (2013): Snails and their trails: the multiple functions of trail-following in gastropods. — Biological Reviews, **88** (3): 683-700, Oxford.
- POLLARD, E. (1975): Aspects of the Ecology of *Helix pomatia*. — Journal of Animal Ecology, **44** (1): 305-329, London.
- POPOV, V. N. & KRAMARENKO, S. S. (2004): Dispersal of land snails of the genus *Xeropieta* MONTEROSATO, 1892 (Gastropoda; Pulmonata; Hygromiidae). — Russian Journal of Ecology, **35** (4): 263 - 266, Yekaterinburg.
- POTTS, D. C. (1975): Persistence and Extinction of Local Populations of the Garden Snail *Helix aspersa* in Unfavorable Environments. — Oecologia, **21**: 313-334, Berlin, Heidelberg.
- ROTARIDES, M. (1935): Die Schnelligkeit der Lokomotion bei den Landpulmonaten. — Zeitschrift für vergleichende Physiologie, **22** (5): 564-569, Budapest.

- SAUBERER, N., HOCHBICHLER, E., MILASOWSKY, N., PANAGOITIS, B. & SACHSLEHNER, L. (2007): Nachhaltiges Waldbiomassenmanagement im Biosphärenpark Wienerwald. — 150 S., Wien (Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften).
- SCHILTHUIZEN, M. & LOMBAERTS, M. (1994): Population structure and levels of gene flow in the mediterranean land snail *Albinaria corrugata* (Pulmonata: Clausiliidae). — *Evolution*, **48**: 577-586, St. Louis.
- SÓLYMOS, P., FARKAS, R., KEMENCEI, Z., PÁLL-GERGELY, B., VILISICS, F., NAGY, A., KISFALI, M. & HORNING, E. (2009): Micro-habitat scale survey of land snails in dolines of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary. — *Mollusca*, **27** (2): 167-171, Dresden.
- SPANG, W. D. (1996): Die Eignung von Regenwürmern (Lumbricidae), Schnecken (Gastropoda) und Laufkäfern (Carabidae) als Indikatoren für autotypische Standortbedingungen. Eine Untersuchung im Oberrheintal. — *Heidelberger Geographische Arbeiten*, **102**: 1-236, Heidelberg (Universität Heidelberg, Geographisches Institut).
- SZYBIAK, K., BŁOSZYK, J., KORALEWSKA-BATURA, E. & GOLDYN, B. (2009): Small-scale distribution of wintering terrestrial snails in forest site: Relation to habitat conditions. — *Polish Journal of Ecology*, **57** (3): 525-535, Warsaw.
- UTSCHICK, H., STRÄTZ, C. & GRUPPE, A. (2013): Indikationspotenzial von Mollusken für das Monitoring von Auenrenaturierungen. — *Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau*, **11** (1): 97-138, Braunau am Inn.
- UTSCHICK, H. & SUMMERER, C. (2004): Vergleichende malakologische Untersuchungen in mittelschwäbischen Waldlebensräumen unterschiedlicher Naturnähe. — *Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau*, **8** (4): 379-428, Braunau am Inn.
- VUBD (Vereinigung Umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands, Hrsg.) (1999): *Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandbezogenen Honorarermittlung*. — 259 S., Nürnberg (Selbstverlag der VUBD).

Anschrift der Verfasserin:

SUSANNE JUNKER, Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, AG Zoologie / Ökologie / Umweltbildung, Oldenburger Landstraße 24 D-49090 Osnabrück, s.junker@hs-osnabrueck.de