

Untersuchungen zur Populationsökologie von *Cylindrus obtusus* (DRAPARNAUD, 1805) (Pulmonata, Helicidae)

A. Bisenberger*, G. Baumgartner**, D. Kleewein** & H. Sattmann***

Abstract

Cylindrus obtusus, a snail species endemic in parts of the Austrian alps, was studied at a locality in Gesäuse, Styria, Austria with regard to population density, population size, dispersal, age structure, resting site preference and growth rate.

Mean population density of all areas and through the whole season studied was 15.5 individuals per m² (minimum 0.2; maximum 48). Population size was estimated between 20 and 100 adult individuals within an area of 9 m². Adult individuals of *C. obtusus* showed a mean dispersal rate about 3 cm per day. Distinct areas showed different age structure of *C. obtusus*. 5 to 61% in the mean were adults between June and August 1998. An apparent resting site preference for vegetation and soil versus rocks was found. Shell growth of juveniles in 87 days was low. About 40% of all juveniles studied showed no growth, the maximum growth was 1.25 whorls (about 3%). Little shell growth and the short activity period free of snow gives rise to the hypothesis, that *C. obtusus* needs several years to become adult.

Key words: *Cylindrus obtusus*, Helicidae, population density, population size, dispersal, age structure, resting site, growth rate

Zusammenfassung

Cylindrus obtusus, eine in den Alpen Österreichs endemische Schneckenart, wurde an einem Standort im Gesäuse, Steiermark, Österreich hinsichtlich Populationsdichte, Populationsgröße, Ausbreitung, Altersstruktur, Aufenthaltsorte und Wachstumsrate untersucht.

Die ermittelte Populationsdichte juveniler plus adulter Tiere über den gesamten Untersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 15.5 Individuen pro m² (Minimum 0.2; Maximum 48). Die geschätzte Populationsgröße in einem Bereich von 9 m² lag zwischen 20 und 100 adulten Tieren. Adulte Individuen von *C. obtusus* zeigten eine mittlere Ausbreitung von ca. 3 cm pro Tag. In verschiedenen Bereichen war die Verteilung zwischen juvenilen und adulten Individuen höchst unterschiedlich. Der Anteil der Adulten lag von Juni bis August 1998 im Durchschnitt zwischen 5% und 61%. Die Tiere wurden häufiger in Vegetation oder auf Erde angetroffen als auf Felsen. Die Wachstumsrate von juvenilen Individuen innerhalb von 87 Tagen war gering. Insgesamt zeigten ca. 40% der untersuchten juvenilen Tiere keinen Zubau der Schale, der maximale Schalenwuchs war 1.25 Umgänge. Das langsame Schalenwachstum und die kurzen schneefreien Perioden, in denen den Tieren produktiv sein möglich ist, legen den Schluß nahe, daß *C. obtusus* mehrere Jahre benötigt, um adult zu werden.

Einleitung

Cylindrus obtusus (DRAPARNAUD, 1805) (Pulmonata, Helicidae) ist ausschließlich aus Österreich bekannt. Die zylindrische Form der Schale erinnert im Habitus an die

* Agnes Bisenberger, Breitwiesergutstrasse 28/38; A - 4020 Linz, Österreich, Austria.

** Gabriele Baumgartner, Doris Kleewein, Institut für Zoologie der Universität Wien, Althanstraße 14; A - 1090 Wien, Österreich, Austria.

*** Helmut Sattmann, Dritte Zoologische Abteilung, Naturhistorisches Museum in Wien, Burgring 7; A - 1014 Wien, Österreich, Austria.

Familien Enidae oder Orculidae, die Größe der Schalen liegt bei $11.0 - 13.0 \times 4.0 - 4.5$ mm (KERNEY & al. 1983).

Die meisten Vorkommen liegen in den Nordöstlichen Kalkalpen (vgl. KLEMM 1974). Die geographische Verbreitung ist seit MARTENS (1895) dokumentiert (vgl. KLEMM 1974, FREITAG 1991, FREITAG & DESCH 1996). Die Höhenverbreitung liegt zwischen 900 und 2680 m ü. M., wobei die individuenreicheren Vorkommen zwischen 1600 und 2500 m ü. M. liegen (FRANK 1992, p. 503, 542). Zur Biologie und Ökologie der Art gibt es bislang nur vereinzelte Angaben (KÜHNELT 1937, SATTMANN & al. 1995, FREITAG & DESCH 1996). In der vorliegenden Arbeit werden Freilanduntersuchungen zur Populationsdichte, Populationsgröße, Ausbreitung, Altersstruktur, Aufenthaltsorte und Wachstumsrate von *C. obtusus* vorgestellt.

Material und Methode

Die Untersuchungen wurden in der Umgebung der Heshütte im Gesäuse (Steiermark, Österreich) in einer Höhe von 1650 - 1690 m ü. M. im Zeitraum vom 14.6.1998 (knapp nach der Schneeschmelze) bis 30.9.1998 durchgeführt.

Untersuchte Bereiche

Zum Abgrenzen der Bereiche A - D wurden die Eckpunkte mit Stäbchen und/ oder Farbpunkten markiert.

Bereich A: 3×3 m, Nord exponiert, Neigung ca. 30° . Anteil Vegetation : Fels = 70% : 30%, alpiner Rasen mit Geröll, einem größeren und mehreren kleineren Felsbrocken; Vegetation bis ca. 5 cm hoch, in dichten Polstern.

Bereich B: 1×1 m, Nord exponiert, Neigung ca. 90° . Anteil Vegetation : Fels = 30% : 70%, Felswand durchsetzt mit kleineren Rasenbändern, Vegetation in dichten Polstern, v. a. in den Felsritzen Moospolster und Farne.

Bereich C: 1×1 m, Nordost exponiert, Neigung ca. 30° . Anteil Vegetation : Fels = 60% : 40%, dichter Rasen mit Felsblöcken; 50% der Vegetation höher als 2 cm, große lockere Polster, z. T. über den Fels hängend. In den Felsritzen Moospolster.

Bereich D: 1×1 m, Ost exponiert, Neigung ca. 25° . Anteil Vegetation : Fels = 60% : 40%, lockerer Rasen mit großen Graspolstern, vereinzelt nackte Erde und Geröll, Graspolster z. T. über Felsen hängend.

Bereich E: Süd exponiert, Neigung ca. 10° . Anteil Vegetation : Fels = 70% : 30%, dichter Rasen mit herausragenden Felsplatten, Vegetation höher als 5 cm. Im Bereich E wurde eine Stelle als Koordinaten-Nullpunkt definiert, der mit einem Stäbchen markiert wurde.

Datenerhebung

An den Untersuchungstagen (vgl. Abb. 1, Abb. 2) wurden die Bereiche sorgfältig nach Individuen von *C. obtusus* abgesucht. Dabei wurde darauf geachtet, die Lebensräume

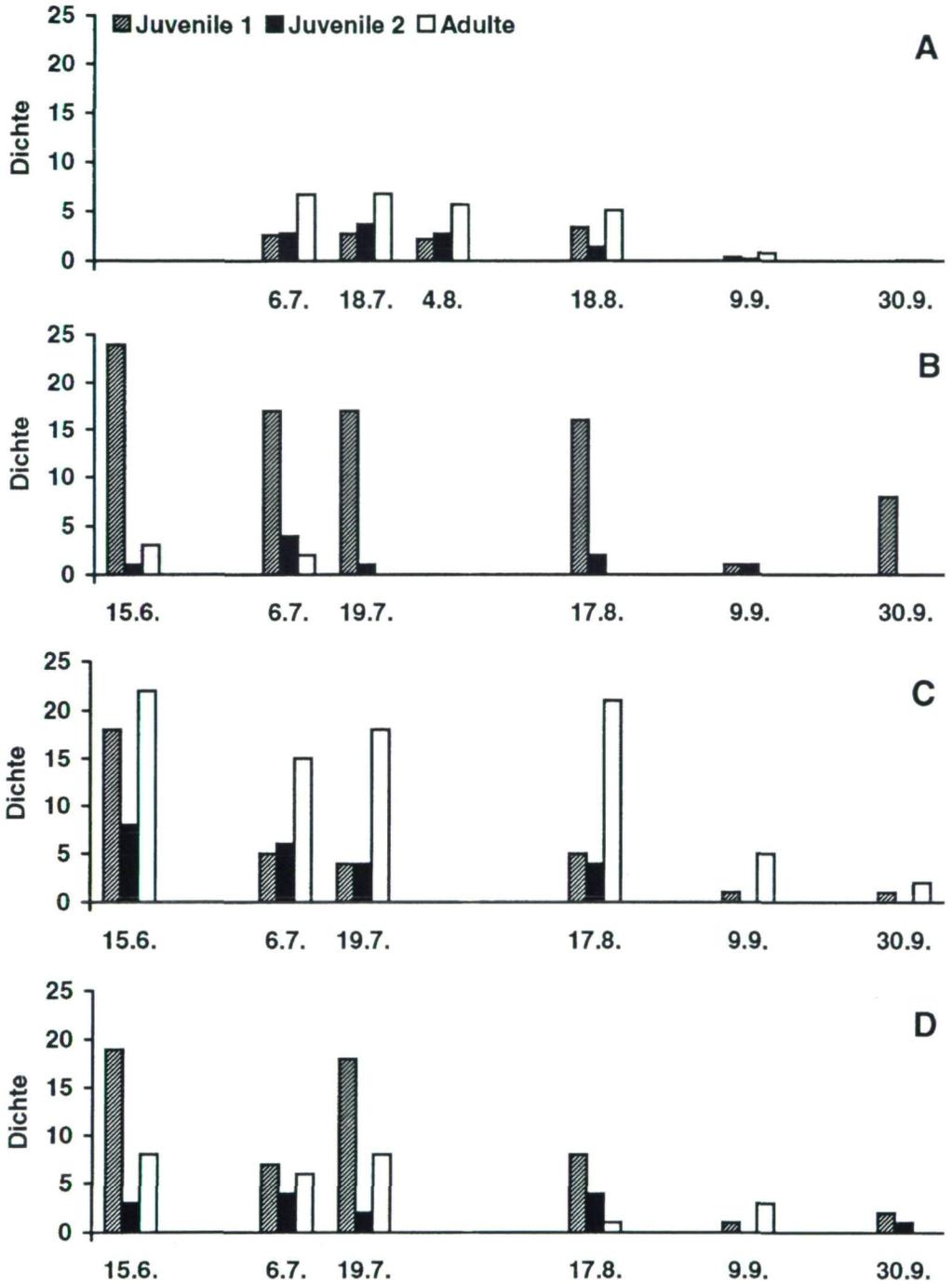


Abb. 1: Dichte (Anzahl pro m²) von Juvenile 1, Juvenile 2 und adulten *C. obtusus* (vgl. Material und Methode) an den Untersuchungstagen (1998) in den Bereichen A, B, C und D.

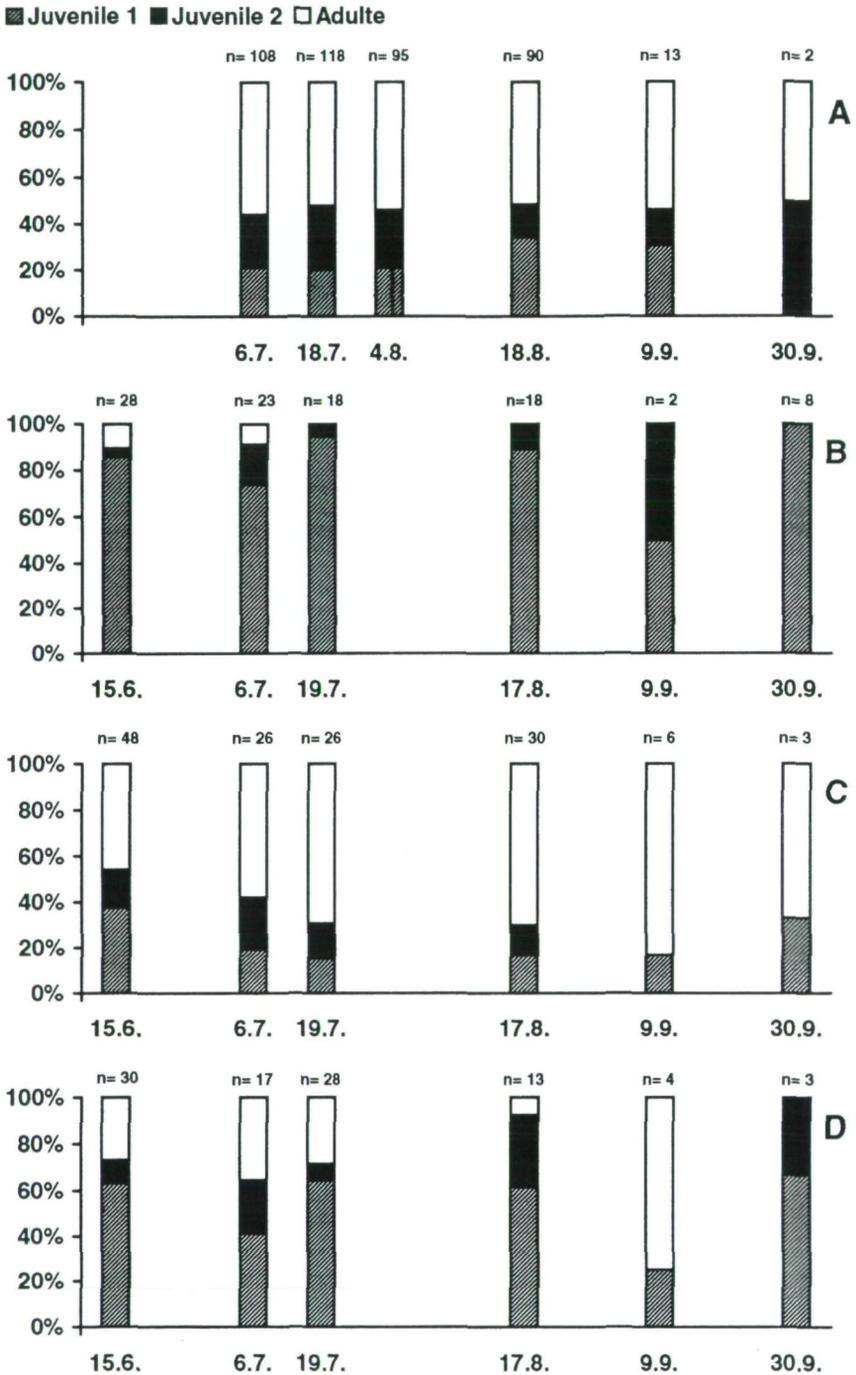


Abb. 2: Verteilung in % von Juvenile 1, Juvenile 2 und adulten *C. obtusus* (vgl. Material und Methode) an den Untersuchungstagen (1998) in den Bereichen A (9 m²), B, C und D (je 1 m²). n = Gesamtzahl der Individuen.

der Tiere so wenig wie möglich zu beeinflussen, die Bereiche B - D wurden ohne Betreten abgesucht. Alle Leerschalen wurden entnommen und sind im Naturhistorischen Museum in Wien hinterlegt.

Altersklassen: Tiere mit ausgebildeter Lippe wurden als Adulte gewertet (vgl. KERNEY & al. 1983), die Jungtiere wurden 2 Klassen zugeteilt: Juvenile 1 \leq 4 Umgänge, Juvenile 2 $>$ 4 Umgänge.

Markierung: den Adulttieren wurden zur individuellen Markierung wasserfeste Etiketten (ca. 2 \times 3 mm), die mit Laufnummern versehen waren, mit Superkleber an den Schalen befestigt. Für die Juveniltiere konnte keine geeignete Methode zur individuellen Markierung entwickelt werden, da die ersten Umgänge der Schale nur ca. 3 mm breit sind, die Schalen in diesem Stadium sehr dünn und (auch) zerbrechlich sind.

Klimadaten: Lufttemperatur, relative Luftfeuchte und Niederschlag wurden vom 15.7.1998 bis 2.11.1998 mit einer Meßstation der Fa. Bogner & Lehner OEG in ca. 2 m Höhe über dem Boden in einem Intervall von 10 Minuten registriert (Anhang).

Die Dichte von juvenilen und adulten *C. obtusus* wurde durch Auszählen der Individuen in den Bereichen A - D erfaßt.

Die Populationsgröße wurde im Bereich A anhand von Adulttieren mit der Fang-Wiederfang Methode nach JOLLY-SEBER (JOLLY 1965) geschätzt.

Die Ausbreitung (zurückgelegte Distanzen) von Adulten wurde in den Bereichen A und E anhand der Wiederfunde mit Koordinaten berechnet. In A wurden an jedem Untersuchungstag die Erstfunde markiert (insgesamt 101 Individuen), die Positionen der Erstfunde und der Wiederfunde nach x, y-Koordinaten eingemessen. In E wurden um den definierten Koordinaten-Nullpunkt an 2 Untersuchungstagen insgesamt 51 markierte *C. obtusus* ausgesetzt, die in der näheren Umgebung, abseits der untersuchten Bereiche, gesammelt worden waren. Im Zeitraum von ca. 3 Monaten wurde an 8 Untersuchungstagen in einem Radius von ca. 5 m um den Koordinaten-Nullpunkt nach den markierten Tieren gesucht, die x, y-Koordinaten der Wiederfunde eingemessen.

Altersstruktur und Aufenthaltsorte: in den Bereichen A - D wurde an den Untersuchungstagen die Altersstruktur von *C. obtusus* durch Zuteilung zu den Altersklassen Juvenile 1, Juvenile 2 und Adulte ermittelt, die Aufenthaltsorte der Individuen wurden nach Vegetation, Erde und Fels eingeteilt.

Die Wachstumsraten von Juvenile 1 und Juvenile 2 wurden anhand des Schalenzuwachses gemessen bzw. geschätzt. Am 14.6.1998 wurden je 22 Individuen der beiden Altersklassen ca. 20 m westlich der Hütte gesammelt und dort, in ihrem natürlichen Habitat unter je einem Kunststoffnetz gehalten. Die Netze waren je ca. 30 \times 30 cm mit einer Maschenweite von ca. 1 \times 2 mm, am Rand durch Nägel dicht am Boden fixiert. An jedem Untersuchungstag wurde am vorletzten Umgang der Schale die Position der Schalenmündung mit einem wasserfesten Stift markiert. Der Zuwachs der Schale wurde geschätzt (Umgänge) bzw. gemessen (mm).

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Populationsdichte (Anzahl pro m²) von juvenilen und adulten *C. obtusus* in den Bereichen A - D während des gesamten Untersuchungszeitraumes. Sie

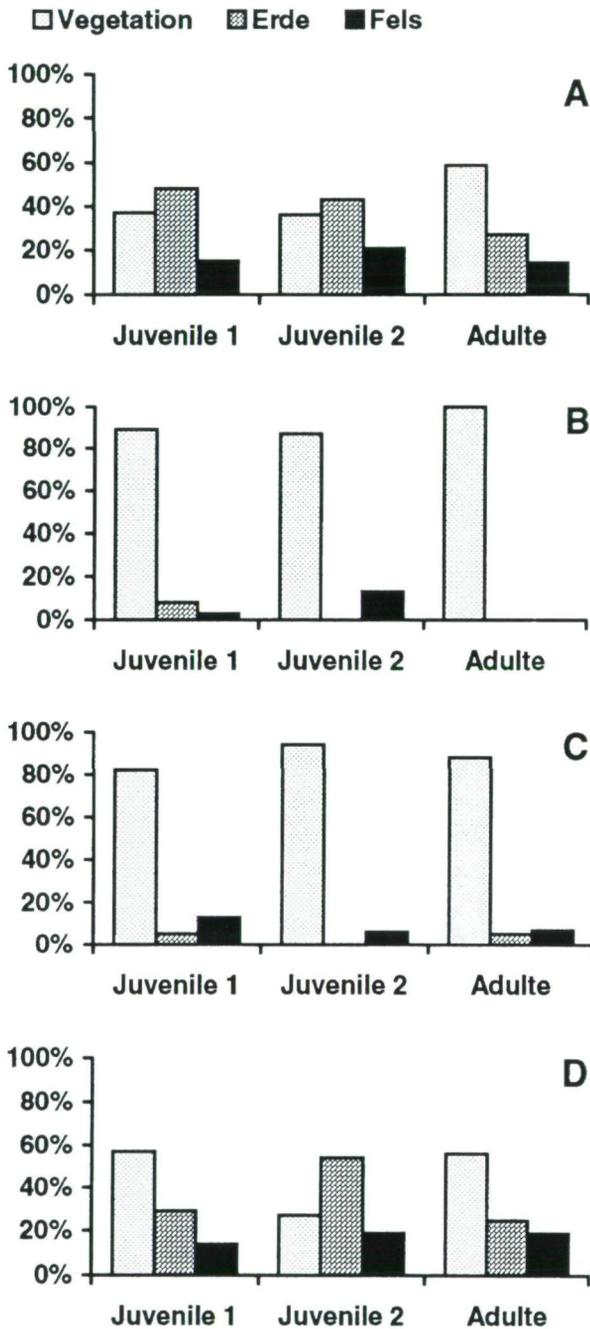


Abb. 3: Mittelwerte der Verteilung in % von *C. obtusus* an verschiedenen Aufenthaltsorten (Vegetation, Erde, Fels) im Untersuchungszeitraum vom 6.7.1998 - 18.8.1998 (Bereich A) und vom 15.6.1998 - 17.8.1998 (Bereiche B, C und D).

lag im Schnitt für Juvenile plus Adulte über den gesamten Untersuchungszeitraum bei 15.5 Individuen pro m² (Minimum 0.2; Maximum 48). Der Mittelwert für Adulte lag bei 6.1 Individuen pro m². In allen 4 Bereichen waren ab 9.9.1998 im Vergleich zu den vorigen Untersuchungstagen nur mehr wenige Individuen zu finden (Abb. 1, Abb. 2). Das wirkte sich auch auf die geschätzte Populationsgröße im Bereich A aus, die in den Monaten Juli und August etwa zwischen 80 und 100 Individuen lag, im September auf etwa 20 Individuen sank (Tab. 1). Am 9.9. 1998 und am 30.9.1998 wurde zusätzlich auch in der weiteren Umgebung der Hütte außerhalb der Untersuchungsbereiche gesucht, Tiere konnten aber nur sehr vereinzelt gefunden werden.

Im Bereich A wurden im gesamten Untersuchungszeitraum von insgesamt 101 markierten Individuen 73 lebend (72.3%, ohne Mehrfachfunde) und 10 tot (9.9%) wiedergefunden. Die Gesamtzahl der Lebend-Wiedergefunde ist in Tab. 2 ersichtlich.

Die berechneten Werte der zurückgelegten Distanzen pro Tag und Individuum liegen für adulte Individuen in den Bereichen A und E ca. zwischen 0 - 11 cm (Tab. 3). Ein Vergleich dieser Distanzen zwischen A und E (n = 30, Zufallsauswahl) ergab keinen signifikanten Unterschied (t- Test: t = 1.311; p > 0.05).

Jede Ortsveränderung eines Individuums zwischen 2 aufeinanderfolgenden Funden wurde anhand der x, y-Koordinaten in einen Nord - Süd und einen West - Ost Vektor zerlegt (Tab. 4). Sowohl im Bereich A als auch in E ist die Verteilung der Vektoren nicht signifikant unterschiedlich (Chi²-Test, Tab. 4), d.h. es konnte keine bevorzugte Bewegungsrichtung festgestellt werden.

Abbildung 2 zeigt, daß die Altersklassenverteilung in den 4 Bereichen unterschiedlich ist. Die Mittelwerte von 4 Untersuchungstagen (Bereich A: 6.7.1998 - 18.8.1998, Bereiche B - D: 15.6.1998 - 17.8.1998) sind in den Bereichen A - D höchst signifikant unterschiedlich hinsichtlich der Altersklassenverteilung (Adulte versus Juvenile; $\chi^2 = 24.303$; p < 0.001). In den Bereichen A und C überwog der Anteil der Adulten, in B und D hingegen waren sehr wenige Adulte zu finden. Zu beachten ist allerdings die geringe Gesamtanzahl ab dem 9.9.1998 (siehe Abb. 2).

Die prozentuelle Verteilung der 3 Altersklassen innerhalb der einzelnen Bereiche unterlag während des Untersuchungszeitraumes nur geringen Schwankungen (Abb. 2, Bereiche A - C). Es sind keine deutlichen Peaks von Juvenilen oder Adulten zu bestimmten Zeiten erkennbar. Die Umkehr des Verhältnisses Adulte/Juvenile in Bereich D am 9.9.1998 ist mit der geringen Individuenzahl (n = 4) zu erklären.

In Abbildung 3 ist die Verteilung der Individuen an den Aufenthaltsorten Vegetation, Erde und Fels dargestellt. In der Berechnung der Mittelwerte sind die Untersuchungstage 9.9.1998 und 30.9.1998 nicht enthalten, da die geringe Anzahl der Individuen nicht aussagekräftig ist. In den Bereichen B und C waren sowohl Juvenile als auch Adulte überwiegend in der Vegetation zu finden. In den Bereichen A und D wurden auch viele Tiere auf Erde gefunden (Abb. 3).

Die Wachstumsrate der Juvenilen in einer Sommerperiode (Untersuchungszeitraum von 87 Tagen) war gering. 33% der Juvenilen 1 bauten ihre Schale nicht weiter, 5% bauten ihre Schale um 1.25 Umgänge zu. Bei den Juvenilen 2 war das Schalenwachstum noch geringer. Kein Wachstum wurde bei 50% der Tiere, 0.75 Umgänge bei 14% der Individuen (Abb. 4) festgestellt.

Tab. 1: Anhand adulter *C. obtusus* geschätzte Populationsgröße (GPG) von einem Untersuchungstag zum nächstfolgenden im Bereich A nach JOLLY-SEBER (JOLLY 1965). UKI = unteres Konfidenzintervall (95%); OKI = oberes Konfidenzintervall (95%). * : zu diesem Tag gibt es nach dieser Methode keine Ergebnisse.

Datum	GPG	UKI	OKI
6.7.1998	*	*	*
18.7.1998	92.8	74.4	98.4
4.8.1998	101.6	74.3	111.1
18.8.1998	77.6	54.6	105.5
9.9.1998	21.0	15.0	48.9

Tab. 2: Anzahl der adulten Individuen mit der Anzahl ihrer Lebend-Wiederfunde im Untersuchungszeitraum in den Bereichen A und E.

Anzahl *C. obtusus*

A 18.7.1998 - 30.9.1998		E 7.7.1998 - 30.9.1998		
32		21		mit 0 Wiederfunden
31		14		mit 1 Wiederfund
23		9		mit 2 Wiederfunden
14		2		mit 3 Wiederfunden
1		5		mit 4 Wiederfunden

Tab. 3: Ausbreitung (= zurückgelegte Distanzen) in cm/Tag/Individuum von adulten *C. obtusus* in den Bereichen A (69 Individuen mit 123 Distanzen) und E (30 Individuen mit 58 Distanzen) im Untersuchungszeitraum.

	A 6.7.1998 - 30.9.1998	E 15.6.1998 - 30.9.1998
Mittelwerte	2.9	3.7
Standardabweichungen	2.6	2.0
Maxima	10.9	8.0
Minima	0.1	0.6

Diskussion

Die Anzahl der gefundenen juvenilen plus adulten Individuen pro m² (Populationsdichte) in den einzelnen Bereichen ist sehr unterschiedlich und variiert von 0.2 bis 48 Individuen pro m² (vgl. Abb. 1), was vermutlich mit den verschiedenen Gelände- bzw. Habitatstrukturen und/oder mikroklimatischen Faktoren zusammenhängt. BAUR (1988) gibt für die Felsen bewohnende Art *Chondrina clienta* mittlere Populationsdichten von einigen wenigen (3 - 10) bis ca. 800 Individuen pro m² an, BAUR (1993) ermittelt 0.1 bis 20 adulte Individuen pro m² bei alpinen Populationen von *Arianta arbustorum*. KLEWEIN (1999) errechnete bei einer Population von *Arianta arbustorum* unweit des Untersuchungsgebietes Dichten von 0.3 bis 1 Individuen pro m².

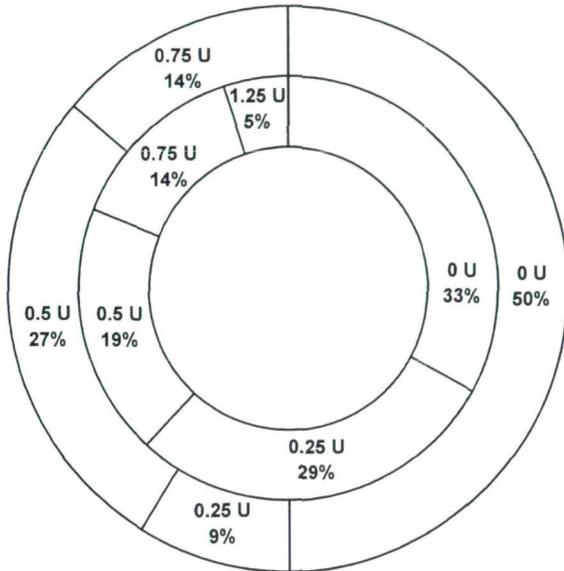


Abb. 4: Schalenzuwachs von juvenilen *C. obtusus*, die vom 14.6.1998 - 9.9.1998 (87 Tage) unter einem Kunststoffnetz gehalten wurden.

Äußerer Ring (n = 22): am 14.6.1998 waren die Tiere im Stadium Juvenile 2.

Innerer Ring (n = 21): am 14.6.1998 waren die Tiere im Stadium Juvenile 1 (vgl. Material und Methode). U = Zahl der zugebauten Umgänge.

Die anhand der Adulttiere geschätzte Populationsgröße für *C. obtusus* im Bereich A liegt in den Monaten Juli bis August 1998 bei etwa 80 - 100 Individuen. Ermittelt man für Bereich A die Populationsdichte pro m² rechnerisch anhand der geschätzten Populationsgröße, ergibt das höhere Werte als die Mittelwerte beim Auszählen der Quadrate (vgl. Tab. 1 und Abb. 1). Das liegt wahrscheinlich daran, daß beim direkten Zählen nicht alle Tiere erfaßt werden.

In allen 4 untersuchten Bereichen wurden im September 1998 nur mehr wenige Individuen gefunden (vgl. Abb. 1). Diese starke Abnahme der Individuendichte kann nicht allein mit erhöhter Mortalität erklärt werden, da nicht vermehrt Leerschalen gefunden wurden. Möglicherweise hat *C. obtusus* auf den Kälteeinbruch Ende August (30.8.1998, vgl. Anhang) reagiert und mit der Winterruhe begonnen. Es wird vermutet, daß die Tiere nicht an der Oberfläche bleiben, sondern sich in Spaltenräumen verbergen. Ein entsprechendes Verhalten beobachteten FREITAG & DESCH (1996) bei Trockenheit. *Arianta arbustorum* im gleichen Gebiet bleibt hingegen im Herbst bis Oktober/ November aktiv und läßt sich meist unter Blättern oder oberflächlich auf dem Boden liegend einschneien (pers. Beobachtung der Autoren).

Zur Ausbreitung von Landschnecken mit vergleichbarer Schalengröße gibt es u. a. Arbeiten zu *Chondrina clienta* (BAUR 1988) und zu *Albinaria corrugata* (SCHILTHUIZEN & LOMBAERTS 1994), die Ergebnisse sind allerdings nicht direkt mit den vorliegenden vergleichbar, da die Methoden der Datenerhebungen und Berechnung unterschiedlich sind. BAUR (1988) erwähnt für *Chondrina clienta* eine Aktivitätsperiode von ca. 6 Monaten, die Distanzen nach 6 Monaten sind im Schnitt ca. 83 cm. Für *Albinaria corrugata* geben SCHILTHUIZEN & LOMBAERTS (1994) eine Aktivitätsperiode von über 7 Monaten an, und daß ca. 90% der Tiere innerhalb eines Jahres weniger als 2 m zurücklegen. Die zurückgelegten Distanzen von *C. obtusus* sind im Schnitt ca. 3 cm pro Tag. Eine

Tab. 4: Aufteilung der Bewegungen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Funden eines adulten Individuums in einen Nord - Süd (= vertikal) und einen West - Ost Vektor (= horizontal, hangparallel) im Untersuchungszeitraum in den Bereichen A und E. χ^2 -Test zum Prüfen auf signifikante Unterschiede zwischen der Vektorverteilung in A und E.

	A 6.7.1998 - 30.9.1998	E 15.6.1998 - 30.9.1998
von Nord nach Süd	58 (bergauf)	34 (bergab)
von Süd nach Nord	58 (bergab)	24 (bergauf)
keine Bewegung in Nord - Süd Richtung	7	0
χ^2 -Test	kein χ^2 berechnet	Nord-Süd Verteilung, $\chi^2 = 1.724, p > 0.05$
von West nach Ost	59	28
von Ost nach West	62	29
keine Bewegung in West - Ost Richtung	2	1
χ^2 -Test	West-Ost Verteilung, $\chi^2 = 0.074, p > 0.05$	West-Ost Verteilung, $\chi^2 = 0.018, p > 0.05$

Aktivitätsperiode von ca. 4 Monaten angenommen, wäre das für *Cylindrus obtusus*, eine Sommerperiode hochgerechnet, eine Gesamtdistanz von ca. 3.6 m. Aussagen ob und wieviel dieser Gesamtdistanz auf Bewegungen in die entgegengesetzte Richtung entfallen, werden hier nicht getroffen.

Die Aufteilung der Bewegungen von *C. obtusus* zeigt keine Präferenz für eine Richtung bzw. für bergab oder bergauf (vgl. Tab. 4). Von *Arianta arbustorum* ist bekannt, daß sie aktiv eine Tendenz bergauf zeigen (BAUR 1986, 1993, BAUR & GOSTELI 1986).

Die Altersstruktur ist in den verschiedenen Bereichen sehr unterschiedlich, der Anteil juveniler Tiere überwiegt mit ca. 90% in einem Bereich (B), der durch einen hohen Anteil an Felsen gekennzeichnet ist (vgl. Abb. 2). Möglicherweise sind die Felsritzen mit Vegetation ein bevorzugter Platz für die Eiablage und/oder die Jungtiere benutzen die Felsritzen als Verstecke bei ungünstiger Witterung, wie das von FREITAG & DESCH (1996) beobachtet wurde. Da Gelege von *C. obtusus* im Freiland noch nicht sicher bestimmbar sind, können hier noch keine gesicherten Aussagen über Eier und Eiablageplätze gemacht werden. Die geringen Schwankungen der Altersstruktur innerhalb der einzelnen Bereiche während des Untersuchungszeitraumes können mit dem langsamen Wachstum der Tiere erklärt werden.

Bevorzugte Aufenthaltsorte von *C. obtusus* waren Pflanzen bzw. Erde (vgl. Abb. 3), auf Felsen kamen sie selten vor. Im Bereich B, der zu 70% aus Felsen bestand wurden die Tiere zu über 80% in der Vegetation in den Felsritzen gefunden. Das könnte sowohl auf mikroklimatisch günstigere Bedingungen in den Ritzen als auch auf Nahrungspräferenzen hinweisen (siehe oben).

Schalenzuwachsraten von durchschnittlich weniger als einem halben Umgang im gesamten Untersuchungszeitraum (87 Tage) würden grob hochgerechnet bedeuten, daß adulte *C. obtusus* mit 7 - 8 Umgängen etwa 15 Jahre alt sein müßten.

Tagesaktivität und Nahrungsaufnahme konnten nicht beobachtet werden, da die Tiere empfindlich auf Störungen durch rasches Zurückziehen des Weichkörpers in die Schale reagierten.

Danksagung

Für die tatkräftige Unterstützung vor Ort bedanken wir uns herzlich bei dem Team der Heshütte: Hubi, Reini und Hans. Für wertvolle Diskussionsbeiträge und die kritische und konstruktive Durchsicht des Manuskriptes danken wir Hans Kothbauer sowie Francisco Welter-Schultes. Anregungen lieferte uns auch ein anonymer Begutachter. Besonderer Dank gilt unseren beiden "Wetterfröschen" Manfred Bogner und Thomas Lehner für die Betreuung der Klimastation. Manfred Bogner lieferte uns die Auswertung der Meteorologischen Messungen. Finanziell unterstützt wurde dieses Projekt aus Mitteln des Theodor Körner Preises.

Literatur

- BAUR, B. 1986: Patterns of dispersion, density and dispersal in alpine populations of the land snail *Arianta arbustorum* (L.) (Helicidae). – *Holarctic Ecology* 9: 117-125.
- BAUR, B. 1988: Microgeographical variation in shell size of the land snail *Chondrina clienta*. – *Biological Journal of the Linnean Society* 35(3): 247-259.
- BAUR, B. 1993: Population structure, density, dispersal and neighbourhood size in *Arianta arbustorum* (LINNAEUS, 1758) (Pulmonata: Helicidae). – *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 94/95B: 307-321.
- BAUR, B. & GOSTELI, M. 1986: Between and within population differences in geotactic response in the land snail *Arianta arbustorum* (L.) (Helicidae). – *Behaviour* 97: 147-160.
- FRANK, C. 1992: Malakologisches aus dem Ostalpenraum. – *Linzer Biologische Beiträge* 24/2: 383-662.
- FREITAG, B. 1991: Erstellung einer vollständigen Fundortliste von *Cylindrus obtusus* (DRAPARNAUD 1805) mittels Computer mit dafür notwendigen Änderungen. – *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie des Landesmuseums Joanneum* 44: 53-72.
- FREITAG, B. & DESCH, W. 1996: *Cylindrus obtusus* (DRAPARNAUD 1805) - Futterpflanzen, neue Fundorte und Assoziationen mit anderen Gehäuseschnecken, sowie Vergleiche mit früheren Gehäusevermessungen. (Gastropoda: Helicidae). – *Mitteilungen der deutschen malakozoolischen Gesellschaft* 58: 1-16.
- JOLLY, G.M. 1965: Explicit estimates from capture-recapture data with both death and dilution-stochastic model. – *Biometrika* 52: 225-247.
- KERNEY, M.P., CAMERON, R.A.D. & JUNGBLUTH, J.H. 1983: Die Landschnecken Nord-und Mitteleuropas. – Paul Parey, Hamburg und Berlin, 384 pp.
- KLEWEIN, D. 1999: Population size, density, spatial distribution and dispersal in an Austrian population of the land snail *Arianta arbustorum styriaca* (Gastropoda: Helicidae). – *Journal of Molluscan Studies* 65: 303-315.
- KLEMM, W. 1974: Die Verbreitung der rezenten Landgehäuseschnecken in Österreich. – *Denkschriften der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch naturwissenschaftliche Klasse* 117: 1-503.
- KÜHNELT, W. 1937: Biologische Beobachtungen an *Cylindrus obtusus*. – *Archiv für Molluskenkunde* 69: 52-56.
- MARTENS, E. v. 1895: Die Gattung *Cylindrus* FITZ. – *Archiv für Naturgeschichte* 59: 103-108, mit Tafel. Leipzig.

- SATTMANN, H., KLEWEIN, D. & BAMINGER, H. 1995: Aufenthaltsorte und Aktivität von *Arianta arbustorum* und *Cylindrus obtusus* im Warscheneckgebiet. In: SATTMANN, H., BISENBERGER, A., KOTHBAUER, H. (Eds) *Arianta* — Naturhistorisches Museum, Wien, pp. 45-48.
- SCHILTHUIZEN, M. & LOMBAERTS, M. 1994: Population structure and levels of gene flow in the Mediterranean land snail *Albinaria corrugata* (Pulmonata: Clausiliidae). — *Evolution* 48 (3): 577-586.

Anhang

Meteorologische Messungen Hesshütte

Daten der Meßstation der Fa. Bogner & Lehner OEG, A- 4502 St. Marien, Weichstetten Ost 1

	Juli	August	September	Oktober 1998
Monatsmittel der Lufttemperatur [°C]	13.2	11.5	6.9	3.7
Minimum der Lufttemperatur [°C]	5.9 (16.7.)	0.5 (30.8.)	-1.4 (14.9.)	-4.9 (31.10.)
Maximum der Lufttemperatur [°C]	23.7 (21.7.)	24.1 (12.8.)	20.1 (10.9.)	12.3 (1.10.)
Monatsmittel der relativen Luftfeuchtigkeit [%]	78.9	78.0	86.6	85.9
Minimum der relativen Luftfeuchtigkeit [%]	33 (21.7.)	34 (12.8.)	29 (24.9.)	30 (23.10.)
Maximum der relativen Luftfeuchtigkeit [%]	100	100	100	100
Monatssumme des Niederschlages [mm]	100.5 (ab 15.7.)	175.1	270.1	60.0
Größte Tagessumme des Niederschlages [mm]	26.0 (25.7.)	49.9 (13.8)	54.9 (3.9.)	15.2 (12.10)
Anzahl der Tage mit Niederschlag	10	12	17	13
Tage mit Niederschlag > 0.1 mm	10	12	17	13
Tage mit Niederschlag > 1 mm	9	9	16	6
Tage mit Niederschlag > 5 mm	6	8	13	4
Tage mit Niederschlag > 10 mm	4	7	7	3
Tage mit Niederschlag > 50 mm	0	0	1	0