

Die Kleinsäugerfauna eines alpinen Lebensraumes in den Schweizer Alpen (Alp Flix, Sur, Graubünden)

Artenvielfalt, Höhenverbreitung, Habitatnutzung, Fortpflanzung

von Christian Marchesi¹, Jürg Paul Müller² und Thomas Briner³

Adressen:

¹ Schauenberg 108F
7421 Summaprada
chr.marchesi@gmail.com

² J. P. Müller – Science & Communication GmbH
Quaderstrasse 7
7000 Chur
juerg.paul@jp-mueller.ch

³ Naturmuseum Solothurn
Klosterplatz 2
4500 Solothurn
thomas.briner@solothurn.ch

Zusammenfassung

Die Kleinsäugerfauna in der alpinen Stufe oberhalb der Alp Flix ist mit vier Arten von Insektenfressern und fünf Arten von Nagetieren nahezu so artenreich wie diejenige der darunterliegenden subalpinen Stufe. Nachgewiesen wurden die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*), die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*), die Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*) und die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) sowie die Schneemaus (*Chionomys nivalis*), die Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*), die Feldmaus (*Microtus arvalis*), die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*). Der Gartenschläfer (*Eliomys quercinus*) und die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), die in der subalpinen Stufe vertreten sind, kommen im Untersuchungsgebiet, das zwischen 2100 m ü. M. und 2500 m ü. M. liegt, nicht vor. Der Fangenerfolg von 23 Prozent in Bezug auf die Anzahl Fallennächte zeigt, dass mehrere Arten grössere Populationen bilden. Von den Spitzmäusen besiedelt die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) fast den gesamten Höhengradienten. Sie ist ein Strukturgeneralist mit einer gewissen Bevorzugung von Geröllhalden und Blockfeldern. Die anderen Spitzmausarten, nämlich die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*), die Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*) und die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) wur-

den regelmässig, aber in geringeren Zahlen gefangen. Weitaus die häufigste Art ist die Schneemaus (*Chionomys nivalis*), die vor allem in Geröllhalden und Blockfeldern lebt und mit zunehmender Höhe zum Strukturgeneralisten wird. Ebenfalls in allen Höhenstufen nachgewiesen wurde die Feldmaus (*Microtus arvalis*), welche vor allem Weiden besiedelt. Steile Bachufer sind der Hauptlebensraum der Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*), die im Untersuchungsgebiet in grösseren Populationen lebt als in der unmittelbar darunterliegenden subalpinen Stufe. Die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) kommt im baumlosen Zwergstrauchgürtel vor, also noch an der potenziellen Waldgrenze. Hier wurde auch die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) gefangen, die im Untersuchungsgebiet als einzige Apodemusart festgestellt wurde. Sie bildet hier eine dauerhafte, sich reproduzierende Population. Hinweise auf umfangreichere Wanderungen von den Tief- in die Hochlagen wurden keine gefunden. Lediglich für die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) ist das Einwandern in die höheren Lagen im Laufe des Sommerhalbjahres nicht auszuschliessen.

Schlagnvorte: Kleinsäuger, Insektenfresser, Nager, alpine Stufe, Höhenverbreitung, Habitatwahl

Summary

The small mammal fauna in the Alpine zone above the Alp Flix is with 4 species of insectivores and 5 species of rodents almost as rich in species as the subalpine zone below. The pygmy shrew (*Sorex minutus*), the common shrew (*Sorex araneus*), the Alpine shrew (*Sorex alpinus*) and the water shrew (*Neomys fodiens*) were observed, as well as the snow vole (*Chionomys nivalis*), the European pine vole (*Pitymys subterraneus*), the common vole (*Microtus arvalis*), the bank vole (*Clethrionomys glareolus*) and the Alpine mouse (*Apodemus alpicola*). Only two species from the subalpine zone, i.e. the garden dormouse (*Eliomys quercinus*) and the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) are not present in the study area between 2100 and 2500 meters above sea level. The catch report of 23 % shows with regard to the number of trap nights that several species are present in larger populations. In the group of shrews, the common shrew (*Sorex araneus*) populates nearly the entire altitudinal gradient. It is a structure generalist with a certain preference for rubble waste dumps and boulder fields. The other species of shrews, i.e. the pygmy shrew (*Sorex minutus*), the Alpine shrew (*Sorex alpinus*) and the water shrew (*Neomys fodiens*) were caught regularly, but in smaller numbers. The most common species is by far the snow vole (*Chionomys nivalis*), which lives particularly in rubble waste dumps and boulder fields, and which develops into a structure generalist with increasing altitude. The existence of the common vole (*Microtus arvalis*) was also verified, which particularly lives on pastures. Steep brook banks are the main habitat of the European pine vole (*Pitymys subterraneus*), which lives in much larger population in the study area than in the subalpine zone directly below. The bank vole (*Clethrionomys glareolus*) can be found in the treeless dwarf bush belt, thus still at the potential timberline. Here, the Alpine mouse (*Apodemus alpicola*) was also caught, being the only *Apodemus* species within the study area. Here it forms a durable, reproducing population. No evidence of more extensive migrations from low altitudes to high altitudes was found. A few hints may lead to the expectation that the water shrew (*Neomys fodiens*) migrates into high altitudes during summer.

Keywords: Small mammals, insectivores, rodents, alpine zone, altitudinal distribution, habitat selection

1. Einleitung

Die kleinen Säugetiere der alpinen Stufe sind bisher nur selten untersucht worden (NAGY & GRABHERR 2009, SCHADE et al. 2011). ALLAINÉ & YOCOZ (2003) stellen dies für die Nagetiere (Rodentia) fest. Es fehlen Daten zur Populationsbiologie, zur Rolle in den Ökosystemen, insbesondere auch zu den Interaktionen mit der Vegetation. Untersuchungen über die Insektenfresser (Insectivora) der alpinen Stufe sind noch spärlicher. In den Ostalpen wurde die Kleinsäugerfauna der alpinen Stufe im Nationalpark Hohe Tauern von REITER & WINDING (1997) sowie von SLOTTA-BACHMAYER et al. (1998) untersucht, in den östlichen italienischen Alpen von LOCATELLI & PAOLUCCI (1998). Wichtig wäre es, über vergleichbare Studien aus dem ganzen Alpenraum zu verfügen.

Verschiedene Werke vermitteln Informationen zur Verbreitung der Säugetiere in den gesamten Alpen (MITCHELL-JONES et al. 1999) oder in ausgewählten Regionen (SPITZENBERGER 2001, MÜLLER et al. 2010, STÜBER et al. 2014). Für synökologische Interpretationen sind die für die Darstellung der Verbreitung gewählten Raster in der Regel zu grob. Die Hochlagen sind in diesen Arbeiten zu wenig berücksichtigt worden, da die alpine Stufe im Vergleich meist weniger bearbeitet wurde. Die Angaben über die Höhenverbreitung beschränken sich oft auf Höchst- und Tiefstwerte. Verschiedene Arbeiten, die sich mit der Höhenverbreitung der kleinen Säugetiere in den Alpen befassen (LADURNER & MÜLLER 2001, MADDALENA et al. 2006, MÜLLER 1972, SCHADE et al. 2011), beschränken sich auf Höhenlagen bis ungefähr 2000 m ü. M.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Kleinsäugerfauna in der alpinen Stufe oberhalb der Hochebene der Alp Flix (Gemeinde Sur, Oberhalbstein, Graubünden) in einer Höhenlage zwischen 2100 und 2500 m ü. M. im Sommer 2009 bezüglich der folgenden Fragestellungen untersucht.

- 1) Welche Kleinsäugerarten lassen sich im Untersuchungsgebiet nachweisen, und wie verändert sich das Artenspektrum entlang dem Höhengradienten?
- 2) Welche Habitate werden von den einzelnen Arten genutzt?
- 3) Welche Arten pflanzen sich in der alpinen Stufe fort und leben während des Beobachtungszeitraumes dauerhaft in dieser Stufe?
- 4) Gibt es Hinweise auf saisonale Zuwanderungen einzelner Arten von tiefergelegenen Gebieten in die alpine Stufe?

Die vorliegende Arbeit wurde in ihrer Originalfassung von Christian Gümpel (Namensänderung in Christian Marchesi) an der Eberhard Karls Universität Tübingen, Fakultät für Biologie, als Diplomarbeit eingereicht. Betreuer der Arbeit war Prof. Ewald Müller. Das Thema wurde von Dr. Jürg Paul Müller (Bündner Naturmuseum, Forschungsprojekt Schatzinsel Alp Flix) vorgeschlagen, der als Kleinsäugerspezialist die fachliche Betreuung der Diplomarbeit übernahm. Er verfasste den Text dieser Publikation. Dr. Thomas Briner (früher Bündner Naturmuseum/heute Naturmuseum Solothurn) hat zusammen mit Jürg Paul Müller die Kleinsäugerfauna der tieferen Lagen der Alp Flix untersucht und lieferte zahlreiche Ergänzungen und Kommentare zu dieser Publikation.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Allgemeines

Das Ziel bestand darin, die Kleinsäugerfauna eines abgegrenzten Gebietes der alpinen Stufe während eines Sommers mit der Lebendfangmethode zu erheben. Das ausgewählte Gebiet ist abgesehen von einem Pfad, der von Hirten und ihren Herden benutzt wird, völlig unerschlossen. Bei der Wahl der Methoden war es wichtig, Vorgehensweisen zu finden, die auch im alpinen Gelände und bei schlechter Witterung den wissenschaftlichen Anforderungen ebenso genügen wie jenen des Tiereschutzes.



Abb. 1: Lage der Alp Flix.

2.2 Untersuchungsgebiet: Lage, Beschreibung

Die Alp Flix (Gemeinde Sur, Sursès/Oberhalbstein) liegt an der Julieroute und damit tief im Alpenbogen. Das Gebiet wird durch die Julia entwässert, welche zum Flusssystem des Rheins gehört. Ganz in der Nähe am Piz Lunghin befindet sich eine Dreifachwasserscheide, an der neben dem Rhein auch der Inn (Donau) und die Maira (Po) Anteil haben. Dies ist für die Biogeografie von Bedeutung, weil die grossen Flusssysteme als Einwanderungsachsen nach der Eiszeit dienten.

Das Plateau der Alp Flix beginnt bei rund 1950 m ü. M. und weist bei einer Breite von rund 1000 Meter nur 150 Meter Höhendifferenz auf. Oberhalb des Plateaus steigt das Gelände relativ steil bis zur Tschima da Flix (3302 m ü. M.), zum Piz Calderas (3397 m ü. M.) und zum Piz d'Err (3378 m ü. M.) an. Das Gebiet ist durch eine ausserordentliche geologische Vielfalt charakterisiert. Am Fusse des Piz d'Err liegen Granit, Gneis, Quarzit, Kalk und Serpentin oft dicht nebeneinander. Der Untergrund des Hochplateaus besteht aus Moränenmaterial, das aus dem Err-Massiv stammt. Die Spuren der Vergletscherung sind deutlich zu sehen. Neben Moränen erkennt man auch Steinblockfelder. Wo der Untergrund wasserundurchlässig ist, bildeten sich Moore. So ist die Alp Flix eine Moorlandschaft von nationaler Bedeutung. Zahlreiche Bäche durchziehen die ganze Landschaft. Ursprünglich war das Plateau bis in eine Höhe von rund 2100 m ü. M. mit einem subalpinen Nadelwald bedeckt, bis vor rund 600 Jahren die Walser einwanderten, den Wald rodeten und eine Dauersiedlung einrichteten. Durch Rodung, Holznutzung, Mahd und Weide entstand eine naturnahe Kulturlandschaft. Diese änderte im Laufe der Zeit ihr Erscheinungsbild immer wieder. Die ursprüngliche Dauersiedlung wurde später zum Maiensäss und zur Alp, um jetzt wieder von wenigen Familien ganzjährig bewohnt zu werden. Heute birgt die Landschaft zwischen der Ortschaft Sur auf 1584 m ü. M. bis zur Tschima da Flix ein Mosaik verschiedenster Lebensräume. Vom Menschen genutzte Standorte liegen neben ungenutzten, trockene Gebiete neben feuchten, Wald neben Grünland. Dieses Muster ist auch verantwortlich für die hohe Artenvielfalt, die im «Projekt Schatzinsel Alp Flix – Biodiversität im alpinen Raum» festgestellt wurde (HÄNGGI & MÜLLER 2001, MÜLLER & BRINER 2007).



Abb. 2: Alp Flix. Das Hochplateau der Alp Flix liegt auf rund 2000 m ü. M. (Foto: Chr. Marchesi).



Abb. 3: Die Lebensräume im unteren Teil des Untersuchungsgebietes (Blick nach NNO, Foto: Chr. Marchesi).



Abb. 4: Die Hochebene Plan Lung (Blick nach W, Foto: Chr. Marchesi).

Das engere Untersuchungsgebiet liegt im südöstlichen Teil der Alp. Es erstreckt sich von 2100 m ü. M. bis 2500 m ü. M. entlang der Ava da las Tigias, einem Bergbach mit konstanter Wasserführung, und nimmt eine Fläche von etwa 40 Hektaren ein.

2.3 Auswahl der Fallenstandorte

Das Gebiet wurde für die Untersuchung in vier Höhenstufen mit jeweils 100 Meter Höhendifferenz unterteilt. Die einzelnen Stufen unterschieden sich hinsichtlich Hangneigung und Beweidung (Tab. 1) und konnten jeweils während der Beweidung durch Rinder nicht befangen werden, da diese die Fallen beschädigen. Die vier Stufen wurden in regelmässigen Abständen mit je 100 Fallen befangen.

Tab. 1: Übersicht zur Hangneigung und Beweidung der jeweiligen Höhenstufen.

	durchschnittliche Hangneigung [%]	Beweidung
2100 bis 2200 m ü. M.	28	Rinder Anfang Juli und Anfang September
2200 bis 2300 m ü. M.	53	keine
2300 bis 2400 m ü. M.	24	Schafe über gesamten Zeitraum; Rinder Ende August
2400 bis 2500 m ü. M.	27	Schafe über gesamten Zeitraum; Rinder Ende August

Um in jeder Stufe in vergleichbaren Lebensräumen zu fangen, wurden vier Strukturtypen definiert: «Weide», «Strauch», «Geröll» und «Wasser». Wenn der Anteil eines Strukturtyps an den einzelnen Fallenstandorten mehr als 50 Prozent des später für die Auswertung eingemessenen Standortareals betrug, wurde er der als dominierend bezeichneten Kategorie zugeordnet. Bei der Kategorie «Bachufer oder Wasser» war die Ufernähe das entscheidende Kriterium, da Gewässer nicht nur als Lebensraum, sondern auch als Ausbreitungslinie oder -hindernis betrachtet werden können. Die Kategorien «Weide» und «Strauch» wurden dabei nach Aufnahmen der Vegetation, die Einteilungen «Geröll» und «Bachufer/Wasser» nach abiotischen Faktoren geschaffen. Jede der zunächst nach rein visuellen Kriterien definierten Strukturkategorien wurde in jeder Höhenstufe mit je 25 Fallen befangen. Die einzelnen Fallen wurden in Fallenreihen von je fünf oder zehn Fallen aufgestellt. Der Abstand zwischen den Fallen betrug ca. fünf Meter.

2.4 Fangkalender/Kontrollzeiten

Insgesamt wurden alle vier Höhenstufen zwischen dem 19. Juni und dem 27. September 2009 fünf Mal befangen. Die Fallen blieben während zwei Nächten am Standort und wurden jeden Morgen und jeden Abend kontrolliert. Ein Prebaiting fand nicht statt, da bereits die Durchführung dieses kürzeren Programmes in der alpinen Stufe erhebliche Schwierigkeiten in logistischer Hinsicht bot.

2.5 Lebendfang

Der Lebendfang wurde mit Fallen vom Typ Longworth Small Mammal Traps durchgeführt, welche aus einem Fallentunnel mit einem Schliessmechanismus und einer Nestbox besteht. Die Fallen eignen sich zum Fang kleiner Säugetiere bis zur Grösse eines Siebenschläfers oder Hermelins. Als Nahrung für die gefangenen Tiere respektive als Köder wurden Nagerfutter, Apfelstücke und Hackfleisch verwendet.

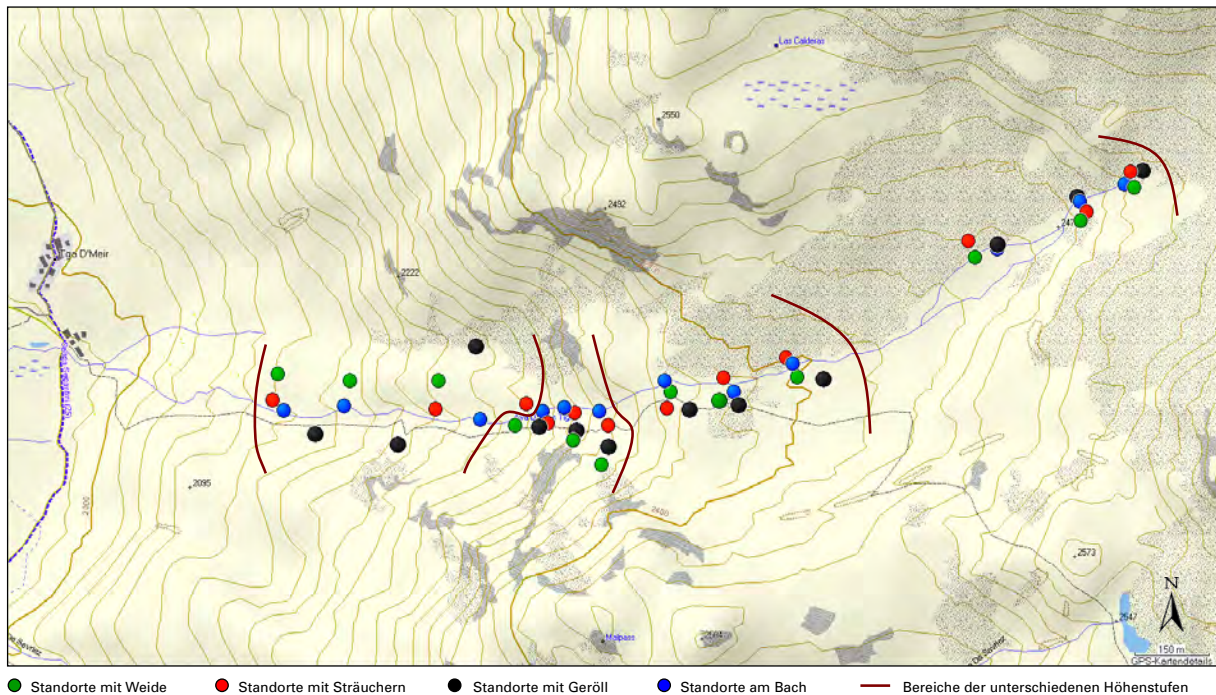


Abb. 5: Übersichtskarte zu den Fallenstandorten in den vier Höhenstufen (Topografische Karte aus Topo Schweiz V.2.).

Besetzte Fallen wurden in eine Plastiktüte geöffnet. Von jedem Tier wurden Daten zu Art, Gewicht, Geschlecht, Geschlechtsaktivität und Alter aufgenommen.

2.6 Artbestimmung

Für die Bestimmung nach äusseren Merkmalen wurde der Bestimmungsschlüssel der «Fauna Helvetica Säugetiere» (MARCHESI et al. 2008) verwendet. Nach dieser Publikation richtet sich auch die Nomenklatur mit Ausnahme der Kleinvühlmaus, für welche die lateinische Bezeichnung *Pitymys subterraneus* verwendet wird. Wenn eine Artbestimmung nach äusseren Merkmalen nicht möglich war, wurde eine Gewebeprobe entnommen. Dies betraf in erster Linie Tiere der Gattung *Apodemus*, von der potenziell drei Arten im Gebiet vorkommen können, Tiere der Gattung *Pitymys* mit drei und Tiere der *Sorex araneus*-Gruppe mit zwei potenziellen Arten.

Zur genetischen Bestimmung wurden Gewebeproben am Ohr entnommen. Dazu wurden die Tiere mit Diethyläther in einem Plastikbeutel narkotisiert. Sobald die Koordination der Bewegungen zu versagen begann, wurden die Tiere am Nackenfell gefasst und die Gewebeprobe mit einer Lochzange entnommen und in 96%igem Ethanol konserviert. Die Durchführung erfolgte im Rahmen der Tierversuchsbewilligung des Amtes für Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit des Kantons Graubünden, Nr. 9/2009.

Die DNA-Analysen zur Artbestimmung wurden von Meret Signer (Anleitung: Dr. Peter Wandeler, Arbeitsgruppe: Prof. Dr. Lukas Keller) vom Zoologischen Museum der Universität Zürich durchgeführt.

2.7 Individuelle Markierung

Um Ortsveränderungen der Kleinsäuger erfassen zu können, wurden Tiere ab einem Körpergewicht von 20 Gramm mit einem Transponder markiert. Diese Vorgehensweise erlaubt es auch, wiedergefangene Tiere zu identifizieren und ihre Individualentwicklung zu verfolgen. Eingesetzt wurden sogenannte Passiv-Transponder, die keine eigene Energiequelle besitzen. Erst durch ein hochfrequentes, elektromagnetisches Wechselfeld, welches das Lesegerät erzeugt, wird der Chip über die Antennenspule mit Strom versorgt und damit die hier gespeicherte, 15-stellige Nummer an das Lesegerät übertragen. Chip und Antennenspule sind in Bioglas eingekapselt. Diese

biologisch aktiven Gläser bilden beim Kontakt mit wässrigen Medien auf ihrer Oberfläche eine Apatitschicht. Apatit (CaOH) ist eine Grundlage zur Bildung der Hartschichten aller Wirbeltiere und wird daher vom Organismus der Kleinsäuger nicht als Fremdkörper wahrgenommen. Der Transponder verursacht daher keine Abstoßungsreaktionen.

2.8 Statische Methoden

Strukturbewertung der Fallenstandorte

Von jedem Fallenstandort wurden zunächst die Koordinaten und die Höhe via GPS aufgenommen. Zusätzlich wurde jeder Standort aus einer Höhe von 2,50 Meter fotografiert. Hierfür wurde eine Digitalkamera auf ein 2,50 Meter hohes Stativ montiert, über der Standortmarkierung ausgerichtet und ausgelöst. Die jeweiligen Bilder wurden anschliessend auf ein Quadrat, mit der Standortmarkierung als Mittelpunkt, zugeschnitten, um allfällige Fehler bei der Ausrichtung der Kamera zu korrigieren und so eine vergleichbare Beurteilung aller Standorte zu ermöglichen. Auf diese Weise erhielt man einen Bildausschnitt, der einer Fläche von etwa vier Quadratmetern entspricht. Am Computer wurde dann mit Hilfe des Bildbearbeitungsprogrammes GIMP (Version 2.6.7) der jeweilige Flächenanteil der vier Strukturfaktoren über die Anzahl Pixel vermessen. Über das relative Verhältnis der Flächenanteile wurden die Standorte in vier Gruppen eingeteilt, die im Folgenden als Strukturkategorien bezeichnet werden. Nahm ein Strukturfaktor mehr als 50 Prozent des Standortareals ein, galt er als dominierend und wurde der entsprechenden Kategorie zugeordnet. Der Strukturfaktor «Wasser» war für die unterschiedlichen Analysen jedoch zu differenzieren. Standorte in Ufernähe wurden direkt der Kategorie «Bachufer» zugeordnet. Hingegen ging bei der nachfolgend beschriebenen Analyse zum Einfluss des Strukturtyps auf das Artenspektrum, wie auch bei den anderen Strukturfaktoren, der relative Anteil an «Wasser» in die Auswertung ein.

Logistische Regression zur Beziehung Strukturfaktor – Artenspektrum

Um den Einfluss der Strukturfaktoren auf das Artenspektrum zu testen, wurden mit der Statistiksoftware JMP (Version 7.0.2) jeweils logistische Anpassungen des Artenspektrums auf die vier Strukturfaktoren errechnet. Ein spezieller -LogLikelihood-Chi²-Test beurteilt, wie gut die gesammelten Daten vom Modell wiedergegeben wer-

den. Um Hinweise auf Präferenzen der einzelnen Arten zu erhalten, wurden jeweils zusätzliche Chi²-Tests durchgeführt. Um Pseudo-Replikation zu vermeiden, wurden nur Daten aus den Erstfängen jener Individuen genutzt, welche durch eine Markierung (Transponder, Entnahme einer Gewebeprobe am Ohrrand) später eindeutig als Wiederfang erkennbar waren. Bei *Sorex araneus* gingen lediglich Funddaten verstorbener Tiere in die Statistik ein, da diese Tiere beim Fang nicht markiert wurden.

Reproduktivität

Für die Erfassung der Fortpflanzungsaktivität wurden Daten zu Alter, Geschlechtsaktivität, Zitzenentwicklung und Trächtigkeit erfasst. Für die Auswertung wurden drei Individuengruppen unterschieden, die auf Reproduktivität in dem untersuchten Gebiet schliessen lassen. In der Gruppe juveniler, diesjähriger Tiere wurden die Individuen zusammengefasst, welche mit Sicherheit im laufenden Jahr geboren wurden, der Wurfzeitpunkt jedoch nicht genauer definiert werden konnte. Bei einigen Jungtieren konnte man aufgrund von Merkmalen wie Körpergrösse und auch Fellfärbung mit einiger Sicherheit davon ausgehen, dass sie, im Vergleich zu anderen Jungtieren derselben Art, aus einem erst kürzlich erfolgten Wurf stammen mussten. Tiere, die durch eine geöffnete Vagina oder sichtbar ausgeprägte Hoden als geschlechtsaktiv eingestuft werden konnten oder auch Weibchen mit vaginaler Pfropf, trächtige Weibchen und solche mit gut ausgeprägten Zitzen wurden als «Reproduktive» zusammengefasst.

Wanderung zwischen den Höhenstufen

Zur Überprüfung gerichteter Verschiebungen zwischen den Höhenstufen wurde zunächst die Distanz zwischen den am weitesten entfernten Fallenstandorten, an denen ein Individuum gefangen wurde, auf einer digitalen Karte eingemessen. Hierfür konnten ausschliesslich Daten von Tieren mit Transponder verwendet werden, die zudem mindestens einmal wiedergefangen wurden.

3. Ergebnisse

3.1 Fangerfolg und Artenspektrum

Insgesamt wurden in 4000 Fallennächten 937 Tiere gefangen. Die Fangquote beträgt damit 23 Prozent. Im ganzen Untersuchungsgebiet konnten neun Kleinsäugerarten nachgewiesen werden.



Abb. 6: Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) (Foto: M. Andera), Schneemaus (*Chionomys nivalis*) (Foto: M. Andera), Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) (Foto: P. Marchesi).

Spitzmäuse (Soricidae)

Aus der Familie der Spitzmäuse (Soricidae) wurden die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), die Alpen-spitzmaus (*Sorex alpinus*), die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) und die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) nachgewiesen. In der Region könnte auch die Walliser-spitzmaus (*Sorex antinorii*) vorkommen, da sie in Graubünden auch nördlich des Alpenhauptkammes festgestellt wurde. Daher wurden 24 der insgesamt 48 gefangenen Waldspitzmäuse genetisch bestimmt, allerdings ohne Hinweis auf *Sorex antinorii*.

Wühlmäuse (Arvicolidae)

Die Wühlmäuse (Arvicolidae) waren im Untersuchungsgebiet mit vier Arten vertreten. Die Schneemaus (*Microtus nivalis*) und die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) waren in jedem Fall leicht zu bestimmen. Die Unterscheidung von Jungtieren der Feldmaus (*Microtus arvalis*) und der Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*) war in vielen Fällen schwierig. Zudem konnte auch die Erdmaus (*Microtus agrestis*) im Gebiet erwartet werden. Daher wurden 44 von 81 Microtiden genetisch bestimmt.

Langschwanzmäuse (Muridae)

Als einzige Vertreterin der Langschwanzmäuse (Muridae) wurde nur die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) nachgewiesen. Da in Graubünden im Bereich des Waldgrenzenökotons auch die beiden Schwesterarten, nämlich die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) gelegentlich vorkommen (MÜLLER et al. 2010), wurden 30 der insgesamt 31 gefangenen Individuen mit genetischen Methoden bestimmt.

3.2 Fang – Wiederfang

Eine individuelle Markierung mittels Transponder kam aufgrund der in Kapitel 2.7 definierten Kriterien nur für die Alpenwaldmaus, die Schneemaus, die Rötelmaus und die Feldmaus in Frage. Die Wiederfangraten betragen für die Alpenwaldmaus 59 Prozent, für die Schneemaus 64 Prozent, für die Rötelmaus 60 Prozent und für die Feldmaus 55 Prozent, was eine mittlere Wiederfangrate von 59 Prozent ergibt.

3.3 Lebensraumstrukturen und ihre Nutzung

Insgesamt ist das Verhältnis von Fallenstandorten je Strukturkategorie in den jeweiligen Höhenstufen unausgeglichen (Abb. 7). Zählt man die Fal-

lenstandorte für jede Strukturkategorie über den gesamten Höhengradienten zusammen, so erhält man für »Weide« 115, für »Strauch« 72, für »Geröll« 103 und für »Bachufer« 100 Standorte. Zehn Standorte, die über den gesamten Höhengradienten verteilt sind, liessen sich keiner Strukturkategorie zuordnen. Gemessen an den Fangzahlen wurde die Strukturkategorie »Weide« am wenigsten genutzt, am häufigsten die Strukturkategorie »Geröll«.

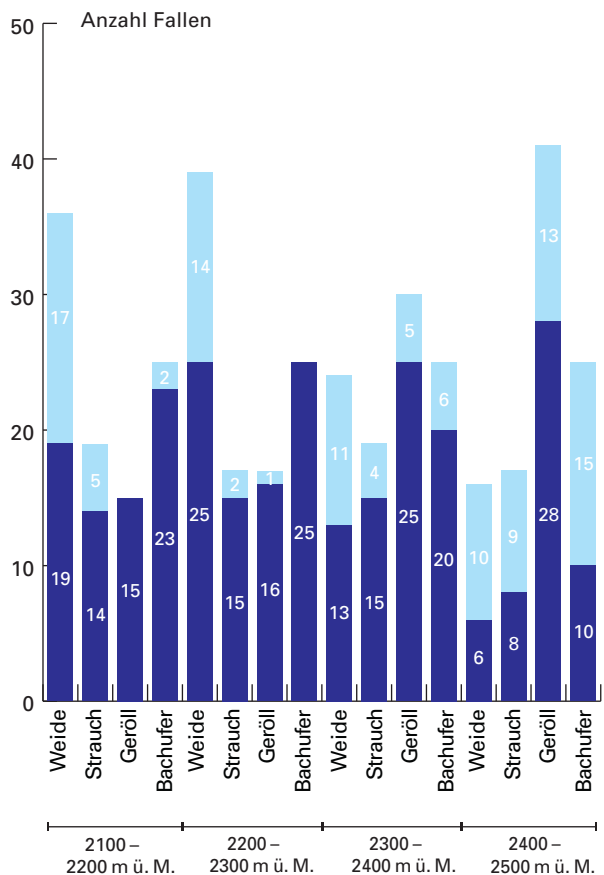


Abb. 7: Anzahl von genutzten und ungenutzten Fallen in den jeweiligen Strukturkategorien der vier Höhenstufen.

Über den ganzen Höhengradienten ergibt sich ein Verhältnis von 277 Standorten, die erfolgreich befangen wurden, zu 113 ohne Fangernfolg. Für die vier Höhenstufen lassen sich die folgenden Verhältnisse von genutzten Fallen zur Gesamtzahl der ausgelegten Fallen berechnen:

- 2100 – 2200 m ü. M. 74 %
- 2200 – 2300 m ü. M. 84 %
- 2300 – 2400 m ü. M. 74 %
- 2400 – 2500 m ü. M. 53 %

Die Fangquoten an den Fallenstandorten, die mit den effektiven Populationsgrößen der Kleinsäuger gekoppelt sein dürften, nimmt erst in der obersten Stufe deutlich ab. Am höchsten ist die Nutzung in der nicht beweideten Stufe zwischen 2200 m ü. M. und 2300 m ü. M.

3.4 Höhenverteilung und Lebensraumnutzung durch die einzelnen Arten

Die Höhenverteilung der einzelnen Arten ist sehr stark durch das Angebot an Lebensraumstrukturen bestimmt. Die Individuenzahlen jeder nachgewiesenen Art in den vier Höhenstufen sind in der Abb. 8 dargestellt, die Verteilung der Arten auf die Strukturkategorien je Höhenstufe in der Abb. 9.

Spitzmäuse (Soricidae)

Die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) kommt in den drei obersten der vier untersuchten Höhenstufen vor. Drei der insgesamt vier Nachweise erfolgten im Geröll und einer zwischen Sträuchern.

Beschreibt man die Verteilung der Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) nach der Anzahl der Fänge, so ergeben sich für die vier Höhenstufen von unten nach oben die Werte 63, 58, 21 und 6. Die Individuenzahl ergibt sich bei dieser Art, die in den Fallen sehr oft nicht überlebt, aus der Anzahl der Totfänge. Dies ergibt für die Höhenverteilung die Werte 19, 23, 5 und 1. Daraus ergibt sich ein Trend mit generell sinkenden Individuen- und Bestandeszahlen mit zunehmender Höhe. Die Waldspitzmaus erweist sich als Strukturgeneralist, wobei die Ufervegetation des Baches und die Weiden tendenziell überproportional genutzt werden.

In den unteren Stufen etwas weniger vertreten ist die Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*), die zwischen 2300 m ü. M. und 2400 m ü. M. am häufigsten gefangen wurde. Wie die Waldspitzmaus bevorzugt sie das Bachufer und Geröllstrukturen.

Ausschliesslich in der Uferzone des Baches, aber auch in allen Höhenstufen wurde die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) nachgewiesen, allerdings erst ab der dritten Fangaktion Ende Juli 2009.

Wühlmäuse (Arvicolidae)

Die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) lebt in der Zwergstrauchvegetation der untersten Stufe, wo 19 Individuen gefangen und markiert wurden. Vier weitere Tiere wurden im Bereich des Bachufers in der Höhenlage zwischen 2200 m ü. M. und 2300 m ü. M. festgestellt.

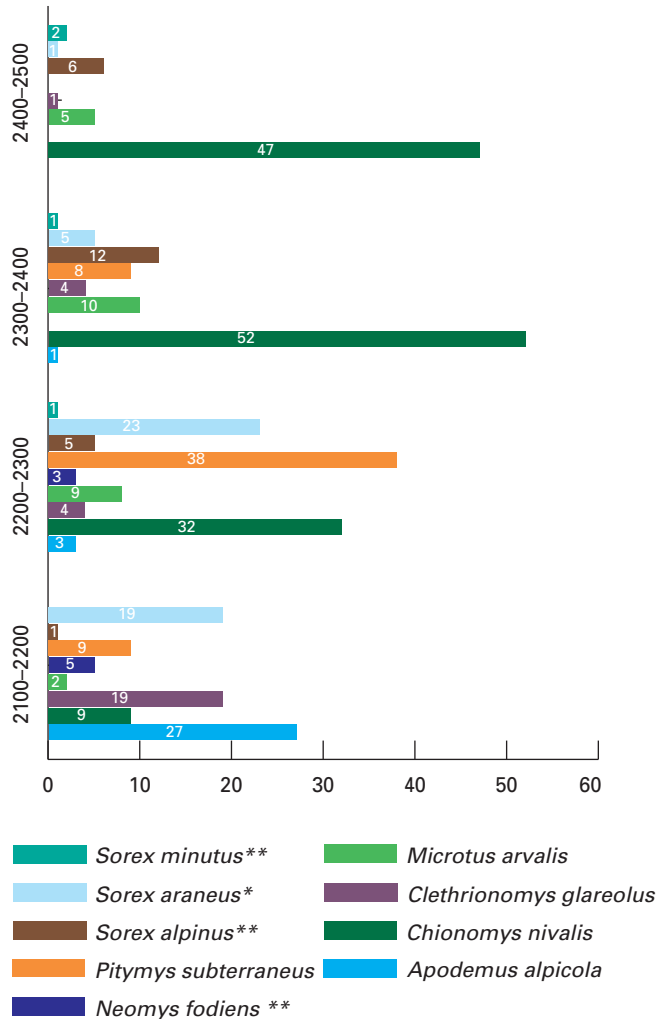


Abb. 8: Vergleich der nachgewiesenen Individuenzahlen jeder Art in den verschiedenen Höhenstufen; *) Individuenzahlen aus Totfängen; **) Darstellung der absoluten Fangzahlen, da die Individuen mangels Markierung nicht unterschieden werden konnten.

Die Feldmaus (*Microtus arvalis*) war über den gesamten Höhengradienten anzutreffen, wobei die höchsten Individuenzahlen in den stark beweideten Flächen zwischen 2400 m ü. M. und 2500 m ü. M. erreicht wurden. Die Art lebt in allen Höhenlagen auf offenen Weideflächen, kommt aber immer wieder auch an Bachufern vor.

Die Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*) wurde bis auf etwa 2400 m ü. M. gefangen, und dies vor allem an dicht bewachsenen Bachufern. Eine grosse Population (Nachweis von 38 Individuen) wurde an den üppig bewachsenen und relativ steilen Ufer-

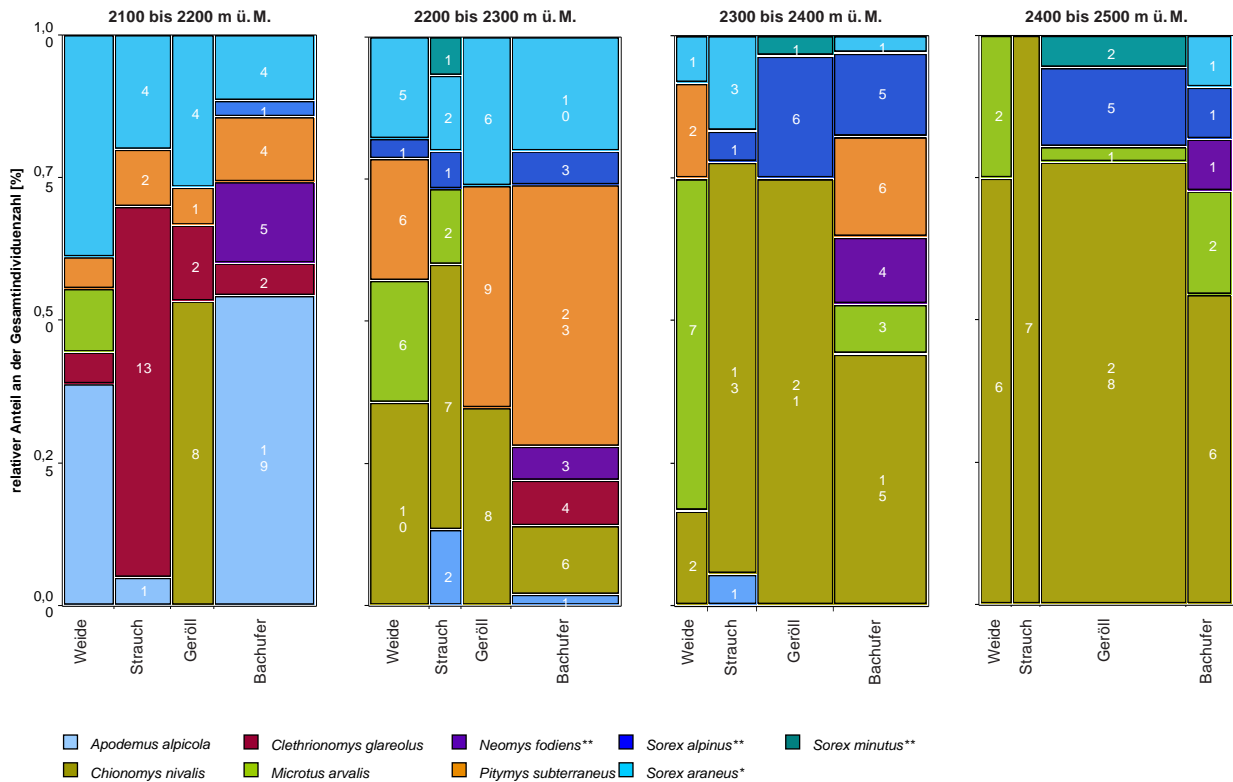


Abb. 9: Mosaikdiagramm zur Verteilung der nachgewiesenen Arten auf die vier Strukturkategorien jeder Stufe. Die Zahlen innerhalb der farbigen Felder geben die Individuenzahlen der entsprechenden Art an. Die Balkenbreite repräsentiert die Gesamtzahl an Individuen, die in einem Strukturtyp gefangen wurden in Relation zu den Fangzahlen der übrigen Strukturtypen innerhalb einer Höhenstufe. *) Individuenzahlen aus Totfängen; **) absolute Fangzahlen, da die Individuen mangels Markierung nicht unterschieden werden konnten.

böschungen der Stufe zwischen 2200 m ü. M. und 2300 m ü. M. festgestellt.

Die mit Abstand höchsten Individuenzahlen erreicht auf der Untersuchungsfläche die Schneemaus (*Chionomys nivalis*). Sie steigen mit zunehmender Höhe an. Mit zunehmender Höhe wird die Schneemaus immer mehr zum Strukturgeneralisten. Die höchsten Individuenzahlen sind aber immer im Geröll (Blockhalden) festzustellen.

Langschwanzmäuse (Muridae)

Die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) war bis auf wenige Ausnahmen nur in der untersten Stufe anzutreffen. Ein markiertes Männchen konnte in der untersten, in der dritten und wieder in der untersten Stufe festgestellt werden. Gefangen wurde die Alpenwaldmaus vor allem im Uferbereich des Baches und auf der Weide.

3.5 Statistische Analyse zwischen dem Strukturtyp und dessen Nutzung durch häufige Arten

Anhand einer logistischen Regression des statistisch ausreichend repräsentierten Artenspektrums auf die vier Strukturtypen wurde die Bindung respektive die Bevorzugung der einzelnen Arten an einen bestimmten Strukturtyp getestet. Eine auf diese Weise errechnete Signifikanz gilt hierbei als Indikator, dass der jeweilige Strukturtyp einen Einfluss auf das Vorkommen einer bestimmten Art hat.

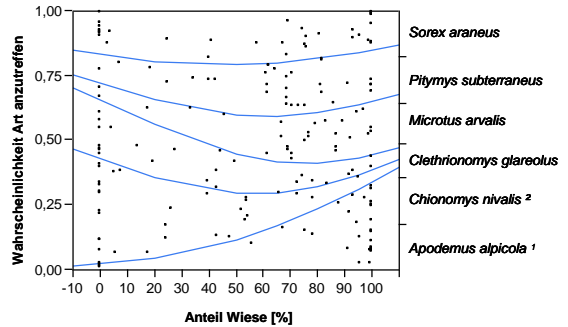
Bei Arten wie Schneemaus (*Chionomys nivalis*), Kleinspitzmaus (*Pitymys subterraneus*) und Waldspitzmaus (*Sorex araneus*), die in ihren Individuenzahlen gegenüber den anderen Arten deutlich überrepräsentiert waren, wurde jeweils eine zufällige Auswahl von 31 Tieren getroffen, was der Gesamtzahl unterschiedener Individuen der Gattung *Apodemus* entspricht. Auf diese Weise wurde gewährleistet, dass die Testergebnisse untereinander vergleichbar sind. Die Arten Rötelmaus (*Clethriono-*

mys glareolus) und Feldmaus (*Microtus arvalis*) gingen mit Individuenzahlen von 23 und 26 trotz Unterrepräsentation ebenfalls in die Analysen ein, da diese Abweichung in einem vertretbaren Mass liegt und die Anzahl an Replikaten für statistisch relevant erachtet werden kann.

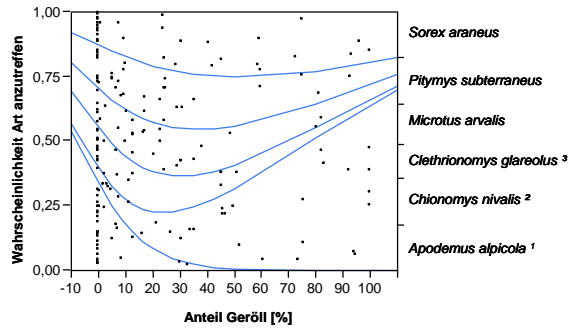
Die entsprechenden Analysen (Abb. 10), liefern in der logistischen Anpassung für «Weide» (-Log-Likelihood, $R^2 = 0,07$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 44,84$, $p < 0,0001$), «Strauch» (-LogLikelihood, $R^2 = 0,04$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 25,52$, $p = 0,0001$), «Geröll» (-Log-Likelihood, $R^2 = 0,09$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 55,46$, $p < 0,0001$) und «Wasser» (-LogLikelihood, $R^2 = 0,02$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 15,00$, $p = 0,01$) durchwegs signifikante Ergebnisse. Zusätzlich zum Zusammenhang zwischen dem Strukturtyp und dem Artenspektrum lassen sich aus Abb. 10 noch weitere, artspezifische Details ablesen.

Einen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen der Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) haben jeweils die Strukturtypen «Weide» (Chi^2 , $\chi^2 = 8,54$, $p = 0,004$) und «Geröll» (Chi^2 , $\chi^2 = 11,44$, $p = 0,001$). Dabei ist diese Art mit «Weide» deutlich positiv assoziiert. Dagegen war sie schon ab einen relativen Anteil von etwa 35 Prozent «Geröll» nicht mehr anzutreffen. Gerade umgekehrt verhält es sich bei der Schneemaus (*Chionomys nivalis*). Diese Art ist mit «Geröll» positiv (Chi^2 , $\chi^2 = 5,99$, $p = 0,01$) hingegen mit «Weide» negativ assoziiert (Chi^2 , $\chi^2 = 7,77$, $p = 0,01$). Die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) zeigt eine deutliche Affinität zu «Strauch» (Chi^2 , $\chi^2 = 8,96$, $p = 0,003$), wird jedoch mit zunehmendem Geröllanteil immer seltener (Chi^2 , $\chi^2 = 3,93$, $p = 0,05$). Bei der Kleinvühlmaus (*Pitymys subterraneus*) ist die Bindung an Standorte in Gewässernähe deutlich erkennbar (Chi^2 , $\chi^2 = 6,31$, $p = 0,01$). Bei den Arten Feldmaus (*Microtus arvalis*) und Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) lässt sich keine Assoziation zu einem der vier Strukturtypen nachweisen. Möglicherweise ist die tiefe Anzahl der in die Statistik eingeflossenen Feldmäuse dafür verantwortlich, dass bei dieser Art keine Signifikanz nachgewiesen werden konnte. Eine Tendenz zu einer positiven Assoziation mit dem Strukturtyp «Weide» ist jedoch ersichtlich. Weitere Trends ohne Signifikanz können der Abb. 10 entnommen werden.

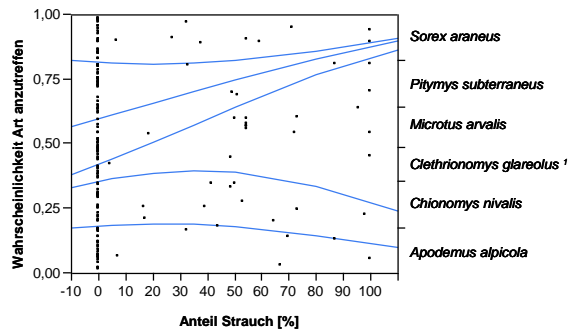
Abb. 10: Regression zum Zusammenhang zwischen Strukturtyp, Artenspektrum und Abundanz der jeweiligen Art. Der Abstand zweier Linien gibt die relative Wahrscheinlichkeit an, eine bestimmte Art beim jeweiligen Anteil des Strukturtyps anzutreffen. Die mit einer Zahl gekennzeichneten Arten zeigen ein signifikantes Verhältnis zum jeweiligen Strukturtyp.



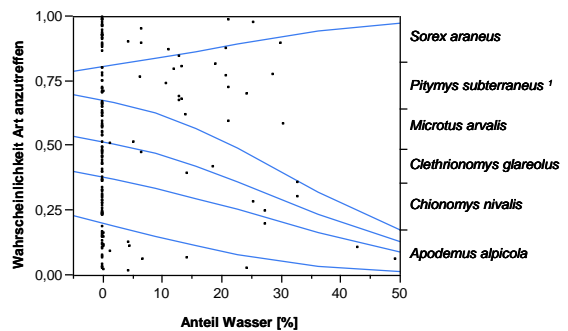
-LogLikelihood, $R^2 = 0,07$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 44,84$, $p < 0,0001$;
¹ Chi^2 , $\chi^2 = 8,54$, $p = 0,004$; ² Chi^2 , $\chi^2 = 7,77$, $p = 0,01$



-LogLikelihood, $R^2 = 0,09$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 55,46$, $p < 0,0001$;
¹ Chi^2 , $\chi^2 = 11,44$, $p = 0,001$; ² Chi^2 , $\chi^2 = 5,99$, $p = 0,01$; ³ Chi^2 , $\chi^2 = 3,93$, $p = 0,05$



-LogLikelihood, $R^2 = 0,04$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 25,52$, $p = 0,0001$;
¹ Chi^2 , $\chi^2 = 8,96$, $p = 0,003$



-LogLikelihood, $R^2 = 0,02$, $n = 174$, $f = 5$, $\chi^2 = 15,00$, $p = 0,01$;
¹ Chi^2 , $\chi^2 = 6,31$, $p = 0,01$

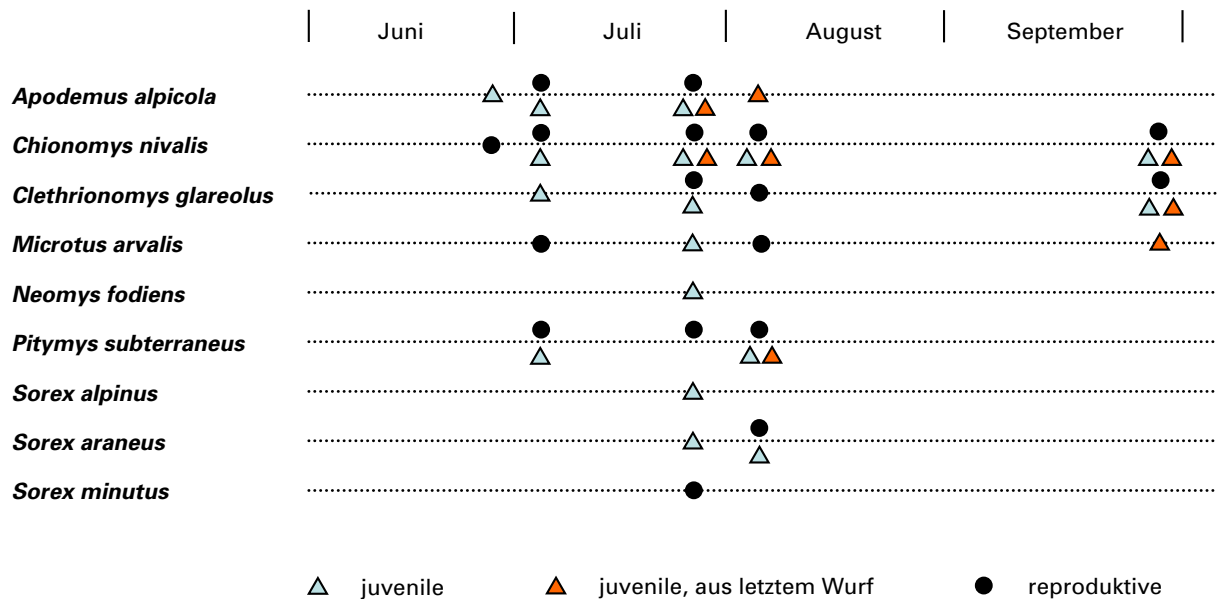


Abb. 11: Zeiträume, in denen Individuen nachgewiesen werden konnten, die auf Reproduktion schliessen liessen; Unterscheidung von drei Gruppen; «juvenile» = diesjährige Jungtiere, die sich keinem Wurf zuordnen liessen; «juvenile, aus letztem Wurf» = diesjährige Jungtiere aus einem kürzlich erfolgten Wurf; «reproduktive» = geschlechtsaktive, trüchtige, säugende Weibchen/geschlechtsaktive Männchen.

3.6 Fortpflanzungsaktivität

Bei der Planung des Projektes musste davon ausgegangen werden, dass in den untersuchten Höhenlagen von einigen Arten möglicherweise keine dauerhaften Populationen bestehen, sondern nur gelegentlich einwandernde Tiere. Daher wurde untersucht, ob während der Fangperioden in jedem Gebiet und von möglichst jeder Art Individuen festgestellt wurden, deren Geschlechtszustand respektive deren Altersstadium auf eine Fortpflanzungsaktivität hinwies. Das zeitliche Auftreten der beobachteten Fortpflanzungsaktivität ist für das gesamte Untersuchungsgebiet in Abb. 11 dargestellt. Es ist zu beachten, dass die Untersuchung erst Mitte Juni begann und damit keine gesicherten Nachweise über den Beginn der Fortpflanzungsperiode gemacht werden können.

Spitzmäuse (Soricidae)

Von der im Gebiet seltenen Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) wurde im Juli ein trüchtiges Weibchen in der obersten Höhenstufe festgestellt. Im gleichen Monat und in derselben Stufe wurden zwei juvenile Alpenspitzmäuse (*Sorex alpinus*) gefangen. Bei der Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) nahm mit zunehmender Höhe tendenziell nicht nur die Individuenzahl ab, sondern auch der Anteil reproduzierender

Tiere. Ende Juli konnte eine juvenile Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) in der untersten Höhenstufe nachgewiesen werden.

Wühlmäuse (Arvicolidae)

Die Feldmaus (*Microtus arvalis*) kommt über das gesamte untersuchte Höhenspektrum vor. Nachweise von Fortpflanzung sind relativ spärlich, erstrecken sich aber über die gesamte Untersuchungsperiode. Bei der Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*), die schwerpunktmässig in der Stufe zwischen 2200 m ü. M. und 2300 m ü. M. lebt, konnte eine intensive Fortpflanzungstätigkeit nachgewiesen werden. Auch die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*), deren Vorkommen durch die potenzielle Waldgrenze begrenzt wird, pflanzt sich in dieser Höhenlage noch regelmässig fort. Die Charakterart des Untersuchungsgebietes, die Schneemaus (*Chionomys nivalis*), zeigt an allen Standorten eine intensive Fortpflanzungsaktivität mit dem Nachweis reproduzierender Tiere bis Ende September.

Langschwanzmäuse (Muridae)

Die Nachweise deuten an, dass die Fortpflanzungsaktivität der Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) relativ früh beginnt, – denn Ende Juni wurden schon Jungtiere gefangen, – dann aber weniger lang andauert als bei den Wühlmäusen.

Es kann angenommen werden, dass sich alle im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten auch hier fortpflanzen, zumindest dort, wo sie schwerpunktmässig vorkommen.

3.7 Wanderungen zwischen den Höhenstufen

Obwohl 181 Tiere mit Transpondern versehen wurden, konnten nur in Ausnahmefällen markierte Tiere in verschiedenen Höhenstufen festgestellt werden (*Apodemus alpicola* und *Clethrionomys glareolus*). Es fanden im Laufe der Untersuchung keine gerichteten Wanderungen zum Beispiel von tieferen in höhere Lagen statt. Offenbar waren auch die Homerranges der untersuchten Arten so klein, dass sie nicht zwei Höhenstufen umfassten. Lediglich für die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) ist das Einwandern in die höheren Lagen im Laufe des Sommerhalbjahres nicht auszuschliessen, da diese erst ab dem dritten Durchgang in der zweiten Julihälfte im Untersuchungsgebiet nachgewiesen wurden.

3.8 Höchstgelegene Nachweise

In der Tab. 2 sind die höchstgelegenen Nachweise der einzelnen Arten im Untersuchungsgebiet zusammengestellt. Es ist anzunehmen, dass einzelne Arten in der noch höher gelegenen alpinen Stufe, im Fall der Schneemaus (*Chionomys nivalis*) sogar in der nivalen Stufe vorkommen.

	m ü.M.
Waldspitzmaus (<i>Sorex araneus</i>)	2399
Zwergspitzmaus (<i>Sorex minutus</i>)	2496
Alpenspitzmaus (<i>Sorex alpinus</i>)	2532
Wasserspitzmaus (<i>Neomys fodiens</i>)	2489
Schneemaus (<i>Chionomys nivalis</i>)	2534
Feldmaus (<i>Microtus arvalis</i>)	2449
Kleinwühlmaus (<i>Pitymys subterraneus</i>)	2375
Rötelmaus (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	2313
Alpenwaldmaus (<i>Apodemus alpicola</i>)	2390

Tab. 2. Höchstgelegene Nachweise der neun Kleinsäugerarten innerhalb des Untersuchungsgebietes.

4. Diskussion

Artenspektrum

Für das gesamte Untersuchungsgebiet, das in der alpinen Stufe zwischen 2100 m ü.M. und 2500 m ü.M. liegt, konnten vier Arten von Insektenfressern und fünf Arten von kleinen Nagetieren festgestellt werden. Das nach unten anschliessende Gebiet zwischen dem Dorf Sur (1554 m ü.M.) und der Alp Flix (2000 m ü.M.) wurde in den Jahren 2000 bis 2014 mit einer anderen Fragestellung untersucht (Datenbank Bündner Naturmuseum). Von den dort nachgewiesenen Arten konnten nur der Gartenschläfer (*Eliomys quercinus*) und die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) in den höheren Lagen nicht nachgewiesen werden. Der Fangerfolg betrug 23 Prozent. Dies ist für diese Höhenlage als hoher Wert einzustufen. Er nahm mit der Höhe tendenziell ab. Die Angaben über die Fortpflanzungsaktivität zeigen, dass sich vermutlich alle nachgewiesenen Arten auch im Gebiet fortpflanzen. Im Untersuchungsgebiet lebt somit eine artenreiche Kleinsäugerfauna. Sie profitiert vermutlich von der rund acht Monate vorhandenen Schneedecke, unter der die Kleinsäuger vor der Witterung und Prädatoren geschützt sind und genügend Nahrung finden.

Das Artenspektrum entspricht hinsichtlich der Zusammensetzung wie auch der Häufigkeit der einzelnen Arten recht genau den Ergebnissen von REITER & WINDING (1997) aus den Hohen Tauern. Einzig die Erdmaus (*Microtus agrestis*) konnte auf der Alp Flix bisher noch nicht nachgewiesen werden.

Höhenverbreitung und Habitatwahl der einzelnen Arten

Spitzmäuse (Soricidae)

Die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) und die Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*) wurden bis hinauf in die höchste Stufe gefangen. Beide zeigten dort auch Fortpflanzungsaktivität. Für beide Arten ist charakteristisch, dass sie in den Alpen von der montanen bis weit hinauf in die alpine Stufe vorkommen können (MÜLLER et al. 2010). Die Waldspitzmäuse im Untersuchungsgebiet gehören gemäss der genetischen Determination der Art *Sorex araneus* an. In Graubünden wurde die Geschwisterart *Sorex antinorii* an vielen Orten nördlich des Alpenhauptkammes nachgewiesen. Die Waldspitzmaus besiedelt alle Höhenlagen und ist wie in den Hohen Tauern ein Strukturgeneralist (REITER & WINDING 1997). An Standorten mit geringer Deckung ist sie allerdings seltener. Die Fortpflanzung erfolgte in allen Höhenlagen, allerdings mit einem tendenziell abnehmenden Anteil an der Fortpflanzung beteiligter

Individuen. Entlang des gesamten Höhengradienten konnte am Bachufer auch die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) nachgewiesen werden. Bei dieser Art ist ein Einwandern in die höheren Lagen im Laufe des Sommerhalbjahres nicht auszuschliessen. Dies würde erklären, warum die Wasserspitzmaus nicht von Beginn an festgestellt werden konnte.

Wühlmäuse (Microtidae)

Mit vier Arten und relativ grossen Populationen waren die Wühlmäuse die dominierende Kleinsäugerfamilie im Untersuchungsgebiet. Die grössten Populationen bildet die Schneemaus (*Chionomys nivalis*). Sie wird mit zunehmender Höhe häufiger und immer mehr zum Strukturgeneralisten, bevorzugt aber stets die Geröllfelder und Blockhalden. Die Art zeigt eine intensive Fortpflanzungsaktivität bis in den Monat September. Sie ist die Charakterart der alpinen Stufe, sofern das typische Habitat vorhanden ist. Sie kommt allerdings lokal auch in tieferen Lagen vor, so im Talgrund bei 1440 m ü. M. Diese Angaben entsprechen den Befunden in anderen Gebieten der Alpen (REITER & WINDING 1997, LOCATELLI & PAOLUCCI 1998, NAPPI 2002). Die Feldmaus (*Microtus arvalis*), eine typische Bewohnerin des Grünlandes, besiedelt im ganzen Höhengradienten die offenen Weiden, wobei sie auf den am stärksten beweideten Fläche zwischen 2300 m ü. M. und 2400 m ü. M. die höchsten Dichten erreicht. Erstaunlicherweise sind die Hinweise auf Fortpflanzung relativ spärlich. Die Art, die in den Alpen Grünland aller Höhenlagen besiedelt (MÜLLER et al. 2010, REITER & WINDING 1997, JANEAU 1980), ist ein fester Bestandteil der Kleinsäugerbiozönose der alpinen Stufe. Die Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*) ist besonders in der Stufe zwischen 2200 m ü. M. und 2300 m ü. M. mit grossen Individuenzahlen vertreten, wo sie am häufigsten an den stark bewachsenen und steilen Uferböschungen gefangen wurde. Hier pflanzt sie sich intensiv fort. In den tieferen Lagen der Alp Flix wurde die Art immer wieder nachgewiesen, aber nie in grösseren Populationen (Datenbank Bündner Naturmuseum). Diese Verteilung bestätigt die Beobachtungen in den Hohen Tauern (STÜBER et al. 2014). Jedoch übertreffen die Nachweise auf der Alp Flix sogar noch die höchsten Vorkommen in den Hohen Tauern (REITER & WINDING 1997). Die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) ist eine typische Waldart, die im Untersuchungsgebiet im Bereich der potenziellen Waldgrenze vorkommt, wo lediglich noch Zwergsträucher wachsen. Auch sie bildet in der untersten alpinen Stufe vitale Populationen.

Langschwanzmäuse (Muridae)

Als einzige Vertreterin des Waldmaus-Komplexes wurde die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) nachgewiesen. Eine genetische Bestimmung wurde nötig, weil sich Alpen- und Gelbhalsmäuse im Alpenraum aufgrund morphologischer Merkmale nicht sicher unterscheiden lassen (REUTER et al. 2001, 2003, RUFER 2014). In tieferen Lagen der Alp Flix wurde auch die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) festgestellt, bisher aber nicht die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*). In der alpinen Stufe der Hohen Tauern kam ausschliesslich die Gelbhalsmaus vor (REITER & WINDING 1997). Sie ist dort nicht als reproduzierendes Mitglied der Kleinsäugergemeinschaft der Alpinstufe zu werten. Im Untersuchungsgebiet ist die Alpenwaldmaus nur in der untersten Stufe regelmässig anzutreffen, wo sie bevorzugt in der Nähe des Baches und auf der Weide vorkommt. Hier pflanzt sie sich auch fort. Ein migrierendes Männchen wurde zwischen 2300 m ü. M. und 2400 m ü. M. festgestellt. Die zahlreichen Fangaktionen in den Jahren 2010 bis 2014 von Jürg P. Müller in Graubünden (Datenbank Bündner Naturmuseum, Chur) zeigen, dass in Wäldern der tieferen Lagen die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und in Siedlungen die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) am häufigsten ist. In der subalpinen Stufe wird die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) zur dominierenden Art. Wald- und Gelbhalsmaus werden aber immer wieder bis zur Waldgrenze festgestellt.

5. Dank

Die Verfasser danken Victoria Spinas, Alp Flix, für die Unterstützung bei der Feldarbeit, der Stifftung Schatzinsel Alp Flix, Sur, für die Benützung der Unterkunft, Meret Signer und Peter Wandeler, Zoologisches Museum der Universität Zürich, für die DNA-Analysen, Ulrich E. Schnepat und Ursina Guidon sowie dem gesamten Team des Bündner Naturmuseums, Chur, für vielfältige praktische Hilfestellungen.

6. Literatur

ALLAINÉ, D., YOCOZ, N.G., 2003. Rodents in the European Alps: Population Ecology and Potential Impacts on Ecosystems. In: NAGY, L., KÖRNER, CH., THOMPSON, D.B.A (Eds.). Alpine Biodiversity in Europe. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. S. 339–366.

- HÄNGGI, A., MÜLLER, J.P., 2001. Eine 24-Stunden Aktion zur Erfassung der Biodiversität auf der Alp Flix (Graubünden): Methoden und Resultate. *Jber Natf. Ges. Graubünden* 110, 5–36.
- JANEAU, G., 1980. Répartition écologique des micromammifères dans l'étage alpin de la région de Briançon. *Mammalia* 44(1), 2–25.
- LADURNER, E., MÜLLER, J.P., 2001. Die Kleinsäuger des Vinschgau: Artenvielfalt, Höhenverbreitung, Lebensgemeinschaften. *Gredleriana* 1, 249–273.
- LOCATELLI, R., PAOLUCCI, P., 1998. The structure of small mammal communities in some alpine habitats. *Hystrix* 10 (2), 41–48.
- MADDALENA, T., MATTEI-RÖSLI, M., MÜLLER, J.P., 2006. Contributo alla conoscenza dei piccoli Mammiferi (Insettivori e Roditori) delle Valli Mesolcina e Calanca (Cantone dei Grigioni, Svizzera). *Boll. Soc. ticin. Sci. nat.* 94, 49–60.
- MARCHESI, P., BLANT, M., CAPT, S., 2008. Säugetiere der Schweiz: Bestimmungsschlüssel. *Fauna Helvetica* 22. CSCF, Neuenburg & SGW, Zürich. 289 S.
- MITCHELL-JONES, A.J., AMORI, G., BOGDANOWICZ, W., KRYSZUFEK, B., REIJNDERS, P.J.H., SPITZENBERGER, F., STUBBE, M., THISSEN, J.B.M., VOHRALIK, V., ZIMA, J. 1999. *The Atlas Of European Mammals*. London, San Diego, 484 pp.
- MÜLLER, J.P., 1972. Die Verteilung der Kleinsäuger auf die Lebensräume an einem Nordhang im Churer Rheintal. *Z. Säugetierkd.* 37 (5), 257–286.
- MÜLLER, J.P., BRINER, T. (Hrsg.), 2007. *Schatzinsel Alp Flix. Ergebnisse von Forschungsarbeiten der Jahre 2000 bis 2007*. *Jber. Natf. Ges. Graubünden* 114, 59–120.
- MÜLLER, J.P., JENNY, H., LUTZ, M., MÜHLETHALER, E., BRINER, T. 2010. *Die Säugetiere Graubündens – eine Übersicht*. Stiftung Sammlung Bündner Naturmuseum und Verlag Desertina, Chur, 184 pp.
- NAGY, L., GRABHERR, G., 2009. *The Biology of Alpine Habitats*. Oxford University Press, New York. 376 pp.
- NAPPI, A., 2002. Vertical distribution of the snow vole *Chionomys nivalis* (Martins, 1842) (Rodentia, Arvicolidae) in Italy. *Hystrix* 13 (1–2), 45–52.
- REITER, G., WINDING, N., 1997. Verbreitung und Ökologie alpiner Kleinsäuger (Insectivora, Rodentia) an der Südseite der Hohen Tauern, Österreich. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern* 3, 97–135.
- REUTTER, B.A., BRUNNER, H., VOGEL, P., 2001. Biochemical identification of three sympatric Apodemus species by protein electrophoresis of blood samples. *Mamm. Biol.* 66 (2), 84–89.
- REUTTER, B.A., HELFER, V., HIRZEL, A.H., VOGEL, P., 2003. Modelling habitat-suitability using museum collections: an example with three sympatric Apodemus species from the Alps. *J. Biogeogr.* 30, 581–590.
- RUFER, S., 2014. *Waldmäuse: morphologische und genetische Bestimmung im Vergleich*. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil, 34 pp.
- SCHADE, M., HÖFER, H., WOLF, R., 2011. Funde der Kleinäugigen Wühlmaus (*Microtus subterraneus* De Sélys-Longchamps) und der Erdmaus (*M. agrestis* L.) aus subalpinen Lebensräumen im Naturschutzgebiet Allgäuer Hochalpen. *Säugetierkundliche Informationen* 7 (43), 222–223.
- SLOTTA-BACHMAYR, L., RINGL, C., WINDING, N., 1998. Faunistischer Überblick und Gemeinschaftsstruktur von Kleinsäufern in der Subalpin- und Alpinstufe im Sonderschutzgebiet Pifflkar, Nationalpark Hohe Tauern. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern* 4, 185–206.
- SPITZENBERGER, F., 2001. *Säugetiere Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*, Wien, Bd. 13. 895 pp.
- STÜBER, E., LINDNER, R., JERABEK, M., 2014. *Die Säugetiere Salzburgs*. *Salzburger Natur-Monographien* 2. Verlag Haus der Natur, Salzburg, 272 pp.