

GIS-basierte Analyse der Biotopbindung von Kleinsäugetern auf der Alp Flix in Graubünden



Schriftliche Hausarbeit zur Erlangung des Grades Bachelor of Science

Vorgelegt von: Bettina Fischer, Moltkestr. 73, 44866 Bochum
E-Mail: bettina.fischer@rub.de
Matrikelnummer: 1080 1522 0307
Studiengang: B. Sc. Geographie
Erstgutachter: Prof. Dr. Thomas Schmitt
(Geographisches Institut, Ruhr Universität Bochum)
Zweitgutachter: Dr. Jürg-Paul Müller
(Stiftung Schatzinsel Alp Flix und J. P. Müller - Science & Communication)
Eingereicht: Bochum, den

Inhalt	
1	Einleitung 3
1.1	Ziel und Fragestellung 4
1.2	Hintergrund 5
1.3	Beschreibung des Untersuchungsgebietes 6
1.4	Stand der Kleinsäugerforschung auf der Alp Flix 13
2	Datengrundlage 14
2.1	Datengrundlage Vegetationseinheiten 14
2.2	Datengrundlage Kleinsäugetiernachweise 15
2.3	Definitionen und Festlegungen 17
3	Methodik 18
3.1	Fangmethodik Lebendfang 19
3.2	Datenaufbereitung 21
4	Ergebnisse 24
4.1	Fangerfolg und Artenspektrum 24
4.2	Verteilung der Funde auf die einzelnen Jahre 26
4.3	Verteilung der Fangplätze und Funde auf die Höhenstufen 28
4.4	Verteilung der Funde und Fangplätze auf die Vegetationseinheiten 31
5	Verbreitung der festgestellten Kleinsäugerarten: Ergebnisse und Diskussion 34
5.1	Waldspitzmaus (<i>Sorex araneus</i>) 34
5.2	Rötelmaus (<i>Myodes glareolus</i>) 38
5.3	Schneemaus (<i>Chionomys nivalis</i>) 41
5.4	Waldmäuse (<i>Apodemus spec.</i>) 43
5.5	Rotzahnspeitzmäuse (<i>Sorex spec.</i>) 46
5.6	Feldmäuse (<i>Microtus spec.</i>) 50
5.7	Gartenschläfer (<i>Eliomys quercinus</i>) 54
5.8	Wasserspitzmaus (<i>Neomys fodiens</i>) 55
5.9	Europäischer Maulwurf (<i>Talpa europaea</i>) 57
6	Kleinsäuger in den untersuchten Vegetationseinheiten: Ergebnisse und Diskussion 58
6.1	Allgemeine Ergebnisse 58
6.2	Fangergebnisse in ausgewählten Vegetationseinheiten 61
7	Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse 72
Anhang 1 77

1 EINLEITUNG

Als *tgappamostgas* bezeichnet man in der romanischen Sprache einen „Fliegenfänger“ – und meint damit meist einen geistig etwas eingeschränkten Menschen. Als eines Tages im Jahr 2000 über 70 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedenster Fachrichtungen förmlich in das kleine, rätoromanisch geprägte Dörfchen Sur in Graubünden „einfielen“ und einen Tag lang mit Feldstechern, Keschern, Kopfhörern und allerlei anderen Gerätschaften die Wälder durchkämmten, durch Seen und Moore wateten und scheinbar jedes Blatt umdrehten, muss sich der ein oder andere bei diesem Anblick genau das gedacht haben: *Tgappamostgas*. Diese mitunter skurril anmutende Szenerie folgte jedoch einem ambitionierten Ziel: Die anwesenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler waren zum „GEO-Tag der Artenvielfalt“ angereist und versuchten gemeinschaftlich, innerhalb von 24 Stunden in einem abgesteckten Gebiet über alle Organismengruppen hinweg so viele Arten wie möglich nachzuweisen. Die Bilanz des Tages: 2092 Arten (Hänggi & Müller, 2001, S. 5).

Diese für alle Beteiligten überraschend große Artenvielfalt warf weitergehende Fragen auf. Aus dem Wunsch, die Biodiversität des Untersuchungsgebiets noch weiter zu erforschen, entstand die Stiftung „Schatzinsel Alp Flix“. Sie hat sich dem Ziel verschrieben, die Biodiversität der namensgebenden Alp und der restlichen Gebiete im Untersuchungsparameter umfassend zu erforschen und zu untersuchen (Hänggi & Müller, 2001, S. 34 f.).

Die vorliegende Bachelorarbeit möchte aus persönlicher Verbundenheit der Autorin mit der Alp Flix einen Teil zur Erforschung der alpinen Biodiversität und der ökologischen Zusammenhänge dort beitragen. In Absprache mit dem Projektleiter der Stiftung, Dr. Jürg Paul Müller, werden dazu bereits erhobene Daten verarbeitet und miteinander in Bezug gesetzt. So liegen aus inzwischen rund 20 Jahren Feldarbeit umfangreiche Daten zum Vorkommen von Kleinsäugetieren im Gebiet vor (BioOffice des Bündner Naturmuseums). Im Jahr 2015 entstand außerdem im Rahmen der Masterarbeit von Corina Achermann eine detaillierte Vegetationskarte des gesamten Untersuchungsparameters (Achermann & Burga, Schatzinsel Alp Flix, Surses, Graubünden, Schweiz. Vegetationskarte 1 : 5400, 2017). In der vorliegenden Bachelorarbeit soll untersucht werden, ob und inwieweit das Vorkommen von Kleinsäugetieren auf der Alp Flix und den angrenzenden Gebieten mit den vorkommenden Vegetationseinheiten in Zusammenhang steht.

Dazu werden zunächst Forschungsfragen formuliert, die in der Arbeit beantwortet werden sollen. Es folgt eine allgemeine Beschreibung des Untersuchungsgebietes und dem Hintergrund dieser Untersuchung. In Kapitel 2 wird die verwendete Datengrundlage vorgestellt. Kapitel 3 beinhaltet die Beschreibung der Methodik. Darunter die Beschreibung der eingesetzten Fangmethode zum Lebendfang von Kleinsäugetieren und ein Einblick in die Datenaufbereitung.

Kapitel 4 fasst die allgemeinen Ergebnisse der Datenanalyse zusammen, bevor in Kapitel 5 auf die einzelnen Kleinsäuger und ihre Verbreitung in den Vegetationseinheiten eingegangen wird. In Kapitel 6 werden ergänzend dazu die Ergebnisse in ausgewählten Vegetationseinheiten näher beleuchtet. Kapitel 7 fasst die Ergebnisse schließlich zusammen, ordnet sie in den Gesamtkontext ein und gibt einen Ausblick, auf mögliche weitergehende Forschungsfragen und Untersuchungen im Kontext der Biotopbindung von Kleinsäufern im Gebiet der Alp Flix. Außerdem werden die Wahl der Methodik und die Aussagekraft der Ergebnisse dieser Arbeit kritisch reflektiert.

1.1 ZIEL UND FRAGESTELLUNG

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, anhand der vorliegenden Fangdaten zu Kleinsäugetieren auf der Alp Flix und der von Corina Achermann im Rahmen ihrer Masterarbeit erstellten Vegetationskarte zu analysieren, inwieweit ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von verschiedenen Vegetationseinheiten und dem Auftreten verschiedener Kleinsäugerarten besteht. Mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) sollen dazu die vorhandenen Datensätze miteinander verschnitten werden. Auf folgende Fragen soll dabei vertieft eingegangen werden:

- Welche Kleinsäugerarten wurden im Untersuchungsgebiet nachgewiesen?
- In welchen Vegetationseinheiten wurden die Kleinsäuger nachgewiesen?
- Gibt es Vegetationseinheiten, in denen Kleinsäuger bestimmter Arten häufiger nachgewiesen werden als in anderen?
- Gibt es Vegetationseinheiten, in denen tendenziell weniger Kleinsäuger nachgewiesen werden können oder die im Gegenteil tendenziell attraktiver für Kleinsäuger scheinen?
- Gibt es Kleinsäugerarten, die nur in bestimmten Vegetationseinheiten nachgewiesen werden können?
- Gibt es Kleinsäugerarten, die unabhängig von den Vegetationseinheiten im gesamten Untersuchungsgebiet flächendeckend nachgewiesen werden können?
- Entsprechen die Vegetationseinheiten den Habitatsansprüchen der in ihnen nachgewiesenen Arten?

Darüber hinaus soll kritisch reflektiert werden, ob die Datengrundlage geeignet ist, die hier gestellten Forschungsfragen zu beantworten, obwohl die Daten nicht gezielt zu diesem Zweck erhoben wurden.

Die Ergebnisse der Arbeit können im Idealfall für eine ökologische Einschätzung des Kleinsäugervorkommens auf der Alp Flix genutzt werden. Die Arbeit entspricht damit dem Ziel der übergeordneten „Studie zur alpinen Biodiversität“ der Stiftung Alp Flix, in deren Rahmen die

ökologischen Zusammenhänge im Projektperimeter erfasst und untersucht werden sollen. Darüber hinaus könnten die Ergebnisse Hinweise darauf liefern, welche Vegetationseinheiten gegebenenfalls von besonderer Bedeutung für die Kleinsäugerpopulation auf der Alp Flix sind. In einem weiteren Schritt könnten diese besondere Beachtung und Schutz erfahren, um die Artenvielfalt innerhalb der Kleinsäuger zu fördern bzw. zu erhalten oder um den Lebensraum gefährdeter Arten zu schützen. Daraus könnten sich Konsequenzen für die Nutzung und Bewirtschaftung der Alpfläche ergeben. Ebenso könnten Erhaltungs- oder Pflegemaßnahmen in der Kulturlandschaft an Bedeutung gewinnen.

1.2 HINTERGRUND

Am 3. Juni 2000 wurde rund um das Dorf Sur und auf der darüberliegenden Alp Flix in Graubünden (CH) der zweite „GEO-Tag der Artenvielfalt“ veranstaltet. Auf Initiative von GEO und den Schweizer Naturmuseen reisten 74 Fachleute an, um in einem Zeitfenster von 24 Stunden möglichst viele Arten im etwa 4 km² großen Untersuchungsraum nachzuweisen (Hänggi & Müller, 2001, S. 5). Die an solchen Aktionstagen entstehende Artenliste kann Hinweise auf die tatsächliche Artenvielfalt des untersuchten Lebensraums geben (Hänggi & Müller, 2001, S. 9). Die vollständige Artenliste der Alp Flix umfasste nach Abschluss der Aktion 2092 Arten (Hänggi & Müller, 2001, S. 31). Darunter 19 Erstnachweise für die Schweiz und drei zu diesem Zeitpunkt noch nicht wissenschaftlich beschriebene Arten (Hänggi & Müller, 2001, S. 34). Zu den Neufunden gehören eine Nacktschneckenart (Hänggi & Müller, 2001, S. 18), eine Dungmücke (Hänggi & Müller, 2001, S. 21) und eine Blattflohart (Hänggi & Müller, 2001, S. 30).

Die Ergebnisse stellen jedoch lediglich eine Momentaufnahme des Lebensraums dar, die insbesondere durch die Witterung, die Jahreszeit und den unterschiedlichen Kenntnisstand über die Organismengruppen beeinflusst wurde (Hänggi & Müller, 2001, S. 32). Die Anzahl der gefundenen Arten übertraf dennoch die Erwartungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und der Organisatoren (Hänggi & Müller, 2001, S. 14, 17, 20, 21). Besonders im Vergleich zu anderen Aktionen an GEO-Tagen der Artenvielfalt war die nachgewiesene Artenanzahl hoch, da diese meist in geringerer Höhe stattfanden (Schatzinsel Alp Flix. Forschung. Resultate).

Die unerwartet hohe Artenvielfalt, die innerhalb nur eines einzelnen Tages nachgewiesen wurde, warf deshalb die Frage auf, welche Vielfalt wohl zu erwarten wäre, würde das Gebiet längerfristig intensiv beforscht werden (Hänggi & Müller, 2001, S. 35). Die tatsächlich vorkommende Gesamtartenzahl des Untersuchungsparameters dürfte sich vermutlich in einem deutlich höheren Bereich um etwa 10 000 Arten bewegen (Hänggi & Müller, 2001, S. 33). Aus der 24-Stunden-Aktion entwickelte sich so ein längerfristig angelegtes Forschungsprojekt mit dem Ziel, die Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet so vollständig wie nur möglich zu erheben

(Müller & Briner, Schatzinsel Alp Flix - Übersicht über die Forschung in den Jahren 2000 bis 2007, 2007, S. 59). Zu diesem Zweck wurde durch die Gemeinde Sur, die Firma RICOLA und die Zeitschrift GEO kurze Zeit nach den „2. GEO-Tag der Artenvielfalt“ die Stiftung „Schatzinsel Alp Flix“ gegründet (Müller & Briner, 2007, S. 59). Die von der Stiftung betreute Studie „Schatzinsel Alp Flix – Studie zur alpinen Biodiversität“ beabsichtigt, die gesamte Vielfalt an Pilz-, Pflanzen- und Tierarten zwischen dem Dorf Sur und der Alp Flix wissenschaftlich zu dokumentieren und in einem zweiten Schritt ökologische Zusammenhänge zu studieren (Schatzinsel Alp Flix. Forschung) und die systematische Biologie als Wissenschaft zu fördern (Müller & Briner, 2007, S. 59). Das Bündner Naturmuseum Chur übernahm die Projektleitung. Die Geldmittel der Sponsoren fließen in den Aufbau und die Bereitstellung günstiger Forschungsinfrastruktur auf der Alp, den Unterhalt des Forscherhauses, das durch die Gemeinde zur Verfügung gestellt wird, und die Öffentlichkeitsarbeit (Müller & Briner, 2007, S. 61).

Im Laufe der Jahre wurden auf einem etwa 6 km² großen Untersuchungsgebiet rund 3500 Arten erfasst. Darunter weitere gänzlich neue Arten aus der Überfamilie der Erzwespen (*Chalcidoidea*) (Schatzinsel Alp Flix. Forschung) und eine neue Spinnenart aus der Gattung *Caracladus* (Müller & Briner, 2007, S. 59). Zurzeit konzentrieren sich die Arbeiten auf eine Untersuchungsfläche zwischen dem Dorf Sur (1584 m ü. NN) und der potentiellen Waldgrenze auf 2100 m ü. NN. Langfristig soll das Gebiet bis zu den über 3000 m hohen Gipfeln oberhalb der Alp Flix ausgedehnt werden (Schatzinsel Alp Flix. Forschung).

1.3 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Lage des Untersuchungsgebietes „Alp Flix“

Das Untersuchungsgebiet, das von der „Stiftung Schatzinsel Alp Flix“ betreut wird und das in dieser Arbeit betrachtet wird, liegt im Oberhalbstein, einem in Nord-Süd Richtung ausgerichteten Tal im Kanton Graubünden im Südosten der Schweiz (s. Abbildung 1).

Lage des Untersuchungsgebietes (Maßstab 1: 1.300.000)

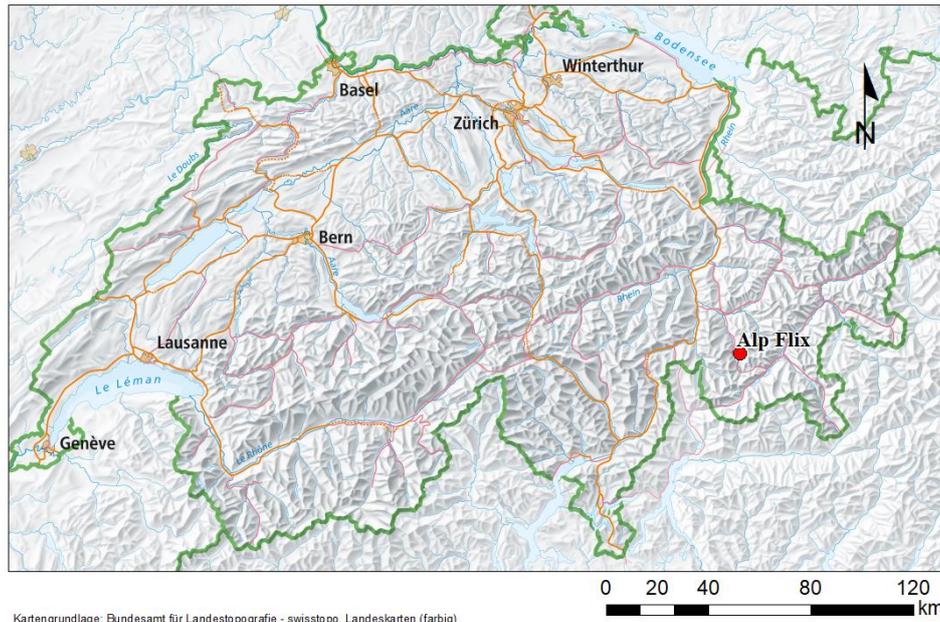


Abbildung 1: Karte "Lage des Untersuchungsgebietes" (Quelle: Eigene Darstellung)

Das Oberhalbstein reicht vom Conterser Stein auf rund 1100 m ü. M. bis zum Julierpass, der auf 2284 m ü. M. den Übergang ins benachbarte Engadin markiert (Simonett, 2010). Die Alp Flix liegt auf einem Plateau auf dem östlichen Talhang, oberhalb der Ortschaft Sur auf etwa 2000 m Meereshöhe (s. Abbildung 2). Die Alp Flix gehört zur Gemeinde Surses.

Lage der Alp Flix im Oberhalbstein/ Surses (Maßstab 1: 120.000)

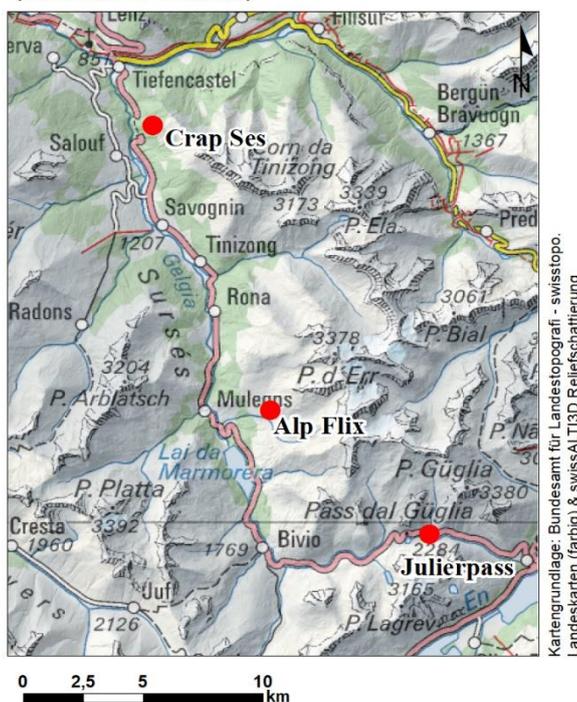
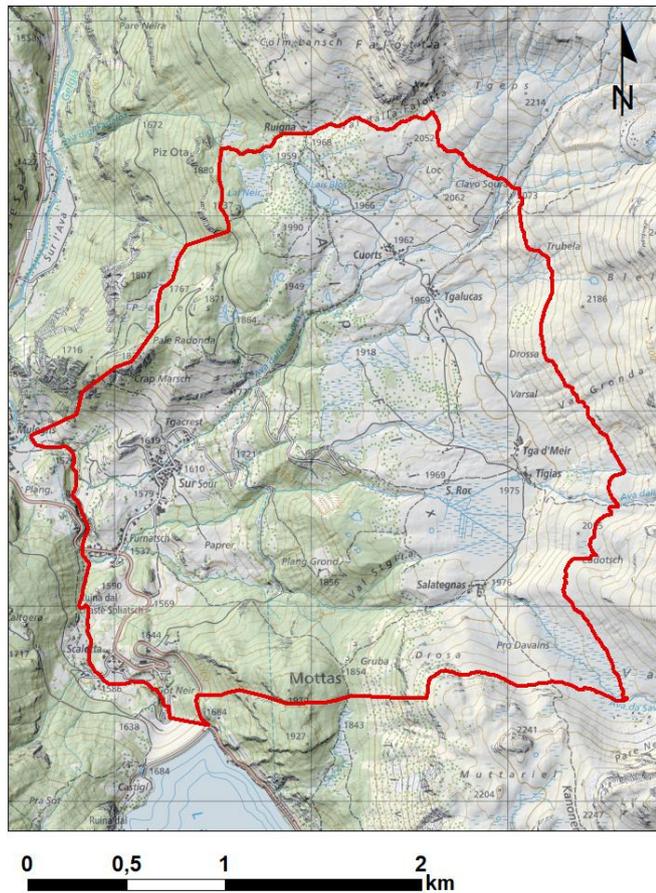


Abbildung 2: Karte "Lage der Alp Flix im Oberhalbstein/ Surses" (Quelle: Eigene Darstellung)

Das Plateau der Alp ist in Nord-Süd Ausrichtung etwa 2,5 km lang und in West-Ost Ausdehnung von 1950 bis 2010 m ü. M. etwa 1 km breit. Darüber steigt das Gelände recht steil an zu den Gipfeln Piz d'Err (3378 m), Piz Cucarnegl (3051 m) und Tschima da Flix (3316 m). Auf dem Alp-Plateau liegen die Weiler Cuorts, Tgalucas, Tga d'Meir, Tigas und Salategnas. In letzterem steht das von der Stiftung bereit gestellte Forscherhaus.

Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Als Untersuchungsgebiet wurde das bereits in früheren Arbeiten festgelegte Teilgebiet A des Projektperimeters „Schatzinsel Alp Flix“ gewählt, da für dieses Teilgebiet seit



Kartengrundlage: Bundesamt für Landestopografie - swisstopo. Landeskarten (farbig) & swissALTI3D Reliefschattierung

Abbildung 3: Grenze des Untersuchungsparamets Alp Flix (Quelle: eigene Darstellung)

2017 eine flächendeckende Vegetationskarte vorliegt (Acher mann & Burga, 2017). Das Untersuchungsgebiet umfasst eine Fläche von rund 6,4 km². Als untere Grenze des Perimeters dient der Flusslauf der Julia (Gelgia) vom Staudamm Lai da Marmorera bis zur Einmündung Ava da Faller. Von dort verläuft die Grenze des Parameters hangaufwärts bis unterhalb des Lai Neir, dann in nördlicher Richtung bis zum Gerinne der Ava digl Fadalox. Der Verlauf des Gerinnes markiert den Grenzverlauf bis zur Höhenlinie von 2100 m. Letztere markiert die obere Grenze des

Perimeters. Entlang der verlängerten ehemaligen Gemeindegrenze von Sur verläuft die Grenze anschließend wieder hangabwärts bis zur Julierpasstraße und folgt dieser Richtung Süden, bis sie wieder auf den Staudamm trifft (Projekt Schatzinsel Alp Flix Projektperimeter Teilgebiet A Karte). Der Verlauf der Perimetergrenzen ist in Abbildung 3 dargestellt.

Das Untersuchungsgebiet umfasst somit den Ort Sur, die steile, mit einem geschlossenen Fichten-Lärchenwaldgürtel bestandene Talstufe oberhalb des Ortes bis zur Alp Flix sowie das Plateau der Alp selbst (Acher mann, 2016, S. 2).

Das Alp-Plateau besteht überwiegend aus Moränenmaterial des letzteiszeitlichen Maximums und des Spätglazials. Die glaziale Überprägung ist an den Moränenwällen aus dem Daun-Stadium zu erkennen (Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000 (Bundesamt für Landestopografie swisstopo)), sowie an Steinblockfeldern (Hänggi & Müller, 2001, S. 11).

Wo der Untergrund wasserundurchlässig ist, bildeten sich Moore und Kleingewässer, letztere mit der Tendenz zu verlanden (Hänggi & Müller, 2001, S. 11). Daher finden sich auf dem Alpgebiet heute zahlreiche Hochmoore, Sümpfe und Seen. Mehrere Bäche durchziehen das Plateau.

Biogeographische Lage

Das Oberhalbstein wird von der Julia (Gelgia) durchflossen, die über die Albula (Alvra) in den Rhein fließt und schließlich in die Nordsee (Achermann, 2016, S. 2). Rund 15 km südlich des Untersuchungsgebietes liegt am Pass Lunghin die einzige dreifache Wasserscheide Europas. Hier treffen drei Einzugsgebiete aufeinander, die mit Mittelmeer, Schwarzem Meer und Nordsee in drei verschiedene Meere entwässern (Szönyi, 2009, S. 103). Diese Nähe zur Wasserscheide am Pass Lunghin ist insbesondere für die Wiederbesiedlung des Gebiets nach den letzten Eiszeiten von Interesse (Hänggi & Müller, 2001, S. 10), da die Täler der Einzugsgebiete des Rheins, der Donau, der Rhone und des Po zu den Hauptdurchdringungsachsen der Schweiz gehören (Gonseth, Wohlgemuth, Sansonnens, & Buttler, 2001, S. 17) und die jeweiligen Flussbecken zu den großen europäischen Migrationsachsen gezählt werden (Gonseth, Wohlgemuth, Sansonnens, & Buttler, 2001, S. 12).

Pflanzengeographisch gehört das Gebiet wie alle gemäßigten und kalten Klimagebiete der nördlichen Halbkugel zum Holarktischen Florenreich (Landolt, Aeschmann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 23) und innerhalb dessen zum Florengebiet der mittel- und südeuropäischen Gebirge (Landolt, Aeschmann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 26) .

Biogeographisch lässt sich die Region den östlichen Zentralalpen zuordnen (Gonseth, Wohlgemuth, Sansonnens, & Buttler, 2001, S. 44). Diese sind ebenso wie die westlichen Zentralalpen charakterisiert durch die höchsten Gipfel der Schweiz, vielfältige geologische Unterlagen (Kalke und Silikate) und ein kontinental geprägtes Klima in den tiefen Lagen der großen Täler sowie vorherrschend Gebirgsklima in den höheren Lagen (Hess, Landolt, Hirzel, & Baltisberger, 2015, S. XXX).

Anhand des floristischen Arteninventars kann zwischen den westlichen und östlichen Alpen unterschieden werden. So haben viele Arten, die die Eiszeiten am unvergletscherten Ostrand der Alpen überdauerten, die Schweizer Alpen von Osten her nur bis zu bestimmten Grenzen besiedelt. Häufige Grenzen der Westausdehnung von Ostalpenarten sind etwa die Linien Lechtal – Val Camonica, Hinterrheintal – Comersee und Tarentaise – Aostatal (Landolt, Aeschmann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 30). Das Gebiet der Alp Flix liegt in räumlicher Nähe zum Verlauf der Grenzlinie zwischen Hinterrheintal bzw. Bodensee und Comersee, weshalb neben vielen Ostalpenpflanzen auch zahlreiche Pflanzen der Westalpen zu finden sind (Achermann, 2016, S. 8). Daneben finden sich im Gebiet Ubiquisten, die in der ganzen Holarktis vorkommen sowie Formen, die aus dem mediterranen Raum eingewandert sind oder solche mit asiatischem Ursprung (Müller & Briner, 2007, S. 61).

Klima

Das kontinentale Klima der Zentralalpen zeichnet sich im Allgemeinen durch geringe Jahresniederschläge, große Temperaturschwankungen und starke Sonneneinstrahlung aus (Landolt, Aeschimann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 37). Hinzu kommen große Temperaturextreme, viele Frosttage, große Ausstrahlung und eine geringe Luftfeuchtigkeit (Landolt, Aeschimann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 72). Die erhöhte Einstrahlung ist dabei vor allem auf eine geringe Bewölkung zurückzuführen (Landolt, Aeschimann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 43). Die geringen Jahresniederschläge lassen sich mit der zentralen Lage im Windschatten erklären (Landolt, Aeschimann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 48). Mit zunehmender Höhe gleichen sich die Niederschlagsmengen der Zentral-, Nord- und Südalpen jedoch fast an, sodass in der alpinen und subnivalen Stufe kaum noch Unterschiede festzustellen sind (Landolt, Aeschimann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 48). Das dort vorherrschende Gebirgsklima zeichnet sich durch eine tiefe mittlere Temperatur, höhere Niederschlagsmengen – davon ein hoher Anteil in Form von Schnee –, häufige Frosttage und eine geringe Luftfeuchtigkeit aus (Hess, Landolt, Hirzel, & Baltisberger, 2015, S. XIX).

Die natürliche Waldgrenze liegt in den Zentralalpen zwischen 2100 und 2500 m und damit höher als in den Außenketten der Alpen (Landolt, Aeschimann, Bäumler, & Rasolofo, 2015, S. 73). Daher war auch das Plateau der Alp Flix bis zur Besiedlung Mitte des 14. Jahrhunderts vermutlich bis zu einer Höhe zwischen 2100 und 2300 m mit Wald bedeckt (Hänggi & Müller, 2001, S. 11).

Für das Gebiet der Alp Flix liegen keine direkten Klimadaten vor, sodass zur Beschreibung die Messwerte von Klimastationen aus der Umgebung herangezogen werden müssen. Die an der nahegelegenen Bodenmessstation in Bivio gemessene jährliche Niederschlagssumme beträgt 1248 mm (Normalwert 1981-2010, Stand 2019). Die etwas weiter nördlich gelegene Station in Savognin verzeichnet 928 mm Niederschlag pro Jahr. Beide Stationen weisen geringe Niederschläge in den Monaten Januar und Februar auf, während die Sommer- und Herbstmonate niederschlagsreich sind (MeteoSchweiz, Klimanormwerte 1981-2010: Niederschlagssumme Stand: 2019, 2019).

Die automatische Erfassung der Lufttemperatur erfolgt an der Station in Bivio erst seit dem 1. Mai 2015, sodass zur Temperatur keine Normwerte dieser Station vorliegen (MeteoSchweiz, Messwerte Bivio). Diese können jedoch aus der interpolierten Normwertkarte geschätzt werden (Normwert Karten). Für das Gebiet der Alp Flix ergibt sich so eine Jahresmitteltemperatur von -1 bis 2 °C über die Normperiode 1981-2010. Für das etwas tiefer gelegene Dorf Sur liegt die geschätzte Jahresmitteltemperatur bei etwa 2 bis 4 °C. Der mit 9 bis 12 °C wärmste Monat auf

der Alp Flix ist der Juli. Die kältesten Monate sind mit -8 bis -6 °C die Monate Januar und Februar. Die interpolierten Daten ergeben darüber hinaus durchschnittlich 200 bis 250 Frosttage pro Jahr.

Besiedlungsgeschichte und aktuelle Nutzung

Die Alp Flix gilt als biologisch, landschaftlich und touristisch vielfältig und attraktiv (Achermann, 2016, S. 1). Auf dem Touristik-Portal des Kantons Graubünden wird sie als „ein Juwel, geschaffen von Menschenhand“ bezeichnet (Verein Parc Ela, 2018), denn die Kulturlandschaft auf der Alp Flix und im Umkreis ist zwar naturnah, jedoch durch den Menschen stark geprägt (Schatzinsel Alp Flix. Lebensräume).

Das Oberhalbstein war schon früh besiedelt. Bei Savognin befand sich eine bronzezeitliche Siedlung und die Begehung der umliegenden Pässe seit der Römerzeit gilt als gesichert (Strecke GR 27 Tiefencastel - Bivio (- Casaccia/ - Silvaplana), 1995, S. 1). Mitte des 14. Jahrhunderts wanderten Walser aus dem Avers ins Oberhalbstein ein (Surses | Ortschaften | Sur, o. J.) und besiedelten die noch nicht bewohnten und bewirtschafteten Hochflächen des Tales (Egger, 1999, S. 22). Sie rodeten den subalpinen Nadelwald auf dem Hochplateau der Alp Flix, legten kleine Siedlungen an und nutzen das Gebiet alpwirtschaftlich (Hänggi & Müller, 2001, S. 11). Zwischenzeitlich sollen auf der Alp bis zu 200 Bewohner gelebt haben (Die Alp Flix. Alp, Maiensäss oder Dauersiedlung?). Erst Ende des 17. Jahrhunderts gaben die Walser nach 350-jähriger Selbstständigkeit die Ganzjahressiedlung auf der Alp Flix auf (Egger, 1999, S. 22). Nachdem die Anzahl der Bewohnerinnen und Bewohner auf Flix vermutlich in Folge einer Pestepidemie stark geschrumpft war, ließen sich die Walser stattdessen in Sur nieder (Surses | Ortschaften | Sur, o. J.). Auch klimatische Gründe könnten zur Aufgabe der Dauersiedlung geführt haben (Egger, 1999, S. 22).

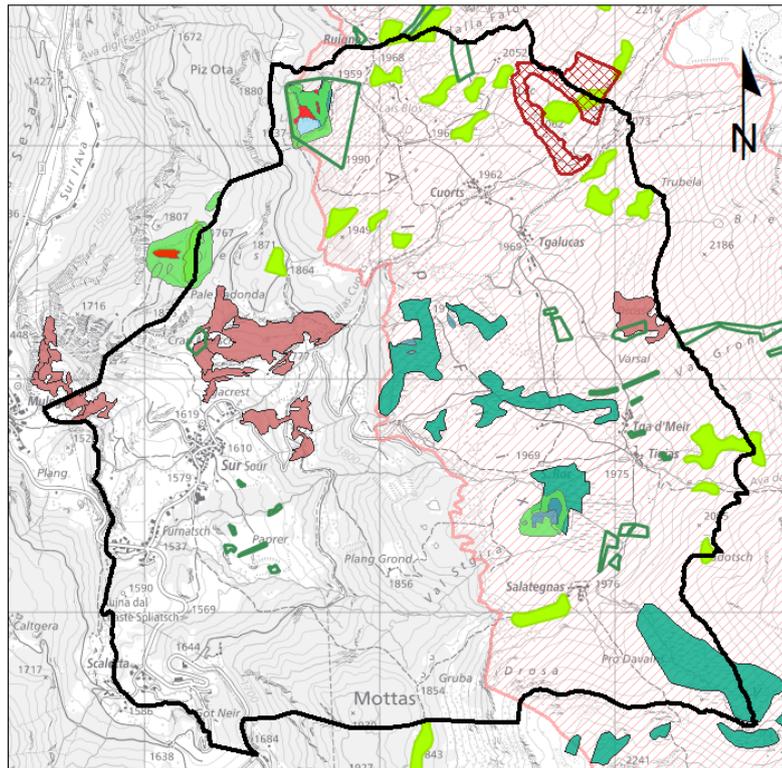
So wurde Flix immer mehr zum Maiensäss, das die Bauern nur noch während der Ernte des Heus und zum Ausfüttern des Heus im Herbst bewohnten (Die Alp Flix. Alp, Maiensäss oder Dauersiedlung?). Inzwischen leben jedoch einige Personen wieder ganzjährig mit ihrem Vieh auf Flix (Hänggi & Müller, 2001, S. 10). Das Gebiet wird außerdem als Sömmerungsgebiet für Milchkühe, Rinder, Schafe und Pferde genutzt (mündliche Aussage Victoria Spinas, 20.08.2019).

Die südexponierte Trockenwiesen oberhalb Surs werden bei wenig Gefälle im Sommer gemäht und bei steilerem Gelände von Rindern und Schafen bis zum Herbst beweidet (Stiftung Schatzinsel Alp Flix, o. J.). Auch die Wiesen auf der Flixer Terrasse werden maschinell gemäht. Die Steilhänge oberhalb des Plateaus werden – sofern sie nicht von Schafen oder Milchkühen beweidet werden – in Handarbeit als Pflegemaßnahme und zur Gewinnung von Bergheu ebenfalls gemäht (Achermann, 2016, S. 7).

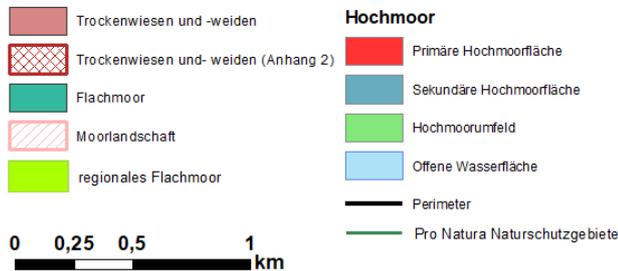
Das heutige Landschaftsbild des Untersuchungsgebiets ist Ergebnis der jahrhundertelangen extensiven Bewirtschaftung der Alp (Pro Natura Graubünden, o. J.) sowie des feingegliederten glazialen Reliefs mit Kuppen und Senken (Verein Parc Ela, 2018). Die ursprüngliche Waldgrenze lag vermutlich zwischen 2000 und 2050 m ü. M., die Baumgrenze zwischen 2100 und 2150 m. Heute verläuft die Obergrenze des geschlossenen Waldes an der Plateaukante zwischen 1900 und 1950 m (Hänggi & Müller, 2001, S. 11). Ursprünglich waldfrei waren auf dem Plateau lediglich die vernässten Gebiete der Hoch- und Flachmoore und die Seen (Schatzinsel Alp Flix. Lebensräume). Da der Verlust von Wald im Gelände dazu führt, dass Standortunterschiede nicht mehr ausgeglichen werden können und der Grundwasserstand steigt, können aus einer Waldgesellschaft trotz gleicher Folgenutzung mehrere Ersatzgesellschaften entstehen. Kleinräumige Nutzungsunterschiede wirken zusätzlich differenzierend (Wittig, 2012, S. 87 f.) So entstand auf der Alp Flix durch Rodung, Holznutzung, Mahd und Weide eine abwechslungsreiche und differenzierte Kulturlandschaft (Hänggi & Müller, 2001, S. 11), die auf relativ kleiner Fläche eine große Vielfalt an Lebensräumen aufweist: Grünland, Wald, trockene und feuchte Lebensräume, genutzte und ungenutzte Flächen wechseln auf engem Raum (Hänggi & Müller, 2001, S. 9).

Die Feuchtstandorte verdienen dabei besondere Beachtung: Von den rund 300 Hektar Niedermoor, die im Oberhalbstein noch existieren, liegt die Hälfte im Alpbereich. Mit 2,3 Hektar liegen zudem sämtliche Hochmoorflächen des Tales auf der Alp Flix. Seit 1995 ist die Alp deshalb als Moorlandschaft von nationaler Bedeutung geschützt. Gleichzeitig liegen auch einige Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung im Gebiet von Sur und der Alp Flix (Achermann, 2016, S. 8). Alle Schutzgebiete im Untersuchungsgebiet sind in Abbildung 4 dargestellt.

Schutzgebiete im Untersuchungsgebiet (Maßstab 1: 18.000)



Legende



Kartengrundlage: Bundesamt für Landestopografie - swisstopo, Landeskarten (grau);
Datengrundlage: Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2007

Abbildung 4: Schutzgebiete im Untersuchungsgebiet (Quelle: Eigene Darstellung)

1.4 STAND DER KLEINSÄUGERFORSCHUNG AUF DER ALP FLIX

Die Kleinsäugerfauna wird auf der Alp Flix mehr oder weniger regelmäßig seit 1998 erfasst. Die Erfassung erfolgte in studentischen Projekten und Camps, im Rahmen von Abschlussarbeiten, Naturschutzprojekten und in diversen Fangaktionen unterschiedlichen zeitlichen Ausmaßes (BioOffice des Bündner Naturmuseums). In der Regel zielte die Erfassung dabei auf den Nachweis der vorkommenden Arten ab. Ökologische Zusammenhänge wurden nur in einzelnen Arbeiten betrachtet. So untersuchten Briner und Müller (2005) beispielsweise während der Fangaktionen in den Jahren 2003 und 2004 die Strukturbindung der Arten, die Verteilung auf verschiedene Großhabitate sowie die Höhenverteilung der nachgewiesenen Arten (Briner & Müller, 2005, S. 48 f.). Marchesi et al. (2010) untersuchten die Kleinsäugerfauna der alpinen

Stufe oberhalb von 2100 m entlang eines Höhengradienten unter anderem in Bezug auf die Höhenverteilung, die Habitatnutzung und das Wanderungs- und Fortpflanzungsverhalten. In den Jahren 2016 bis 2018 wurden die Auswirkungen der Sanierung von Trockenmauern auf der Alp Flix in Bezug auf die Fauna und Flora untersucht. Dabei wurde auch die Kleinsäugerfauna erfasst und untersucht, ob und inwieweit diese die Trockenmauern nutzt (Müller & Sprecher, 2017).

2 DATENGRUNDLAGE

Für die Beantwortung der in Kapitel 1.1 aufgestellten Forschungsfragen werden im Rahmen dieser Bachelorarbeit bereits vorliegende Daten ausgewertet. Im Folgenden soll erläutert werden, woher die Daten zu Vegetationseinheiten und Kleinsäugervorkommen stammen und wie diese erhoben wurden.

2.1 DATENGRUNDLAGE VEGETATIONSEINHEITEN

Die Vegetationseinheiten im Projektperimeter wurden von Corina Achermann während der Anfertigung ihrer Masterarbeit „Vegetation und Phytodiversität der Alp Flix, Graubünden“ im Sommer 2015 aufgenommen und kartiert. Dazu wurden Pflanzenbestände visuell voneinander abgegrenzt und anhand ihrer Artenzusammensetzung sowie ihres Erscheinungsbildes einer Vegetationseinheit zugewiesen. 67 punktuelle Vegetationsaufnahmen mit Angaben zum Deckungsgrad und zur Soziabilität aller gefundenen Gefäßpflanzen belegen die Artenzusammensetzung der einzelnen Kartiereinheiten (Achermann, 2016, S. i). Methodisch basiert die Arbeit auf der von Braun-Blanquet entwickelten Pflanzensoziologie und ihrer angewandten Form, der Vegetationskartierung (Achermann, 2016, S. 21). Aus der vegetationskundlich-pflanzensoziologischen Kartierung im Feld ging zunächst eine detaillierte, digitale Vegetationskarte des Untersuchungsgebietes im Maßstab 1: 5000 hervor. Aufgrund des Kartenmaßstabes werden Flächen, welche kleiner als 100 m² sind, als Einzelsignaturen aufgeführt, sofern sie im Gelände klar erkennbar sind (ebd.).

2017 verarbeiteten Corina Achermann und ihr Betreuer, Prof. em. Conradin Burga die Ergebnisse der Masterarbeit zu einer gedruckten Vegetationskarte im Maßstab 1: 5400. Auf der Rückseite finden sich Beschreibungen der Pflanzenwelt auf der Alp Flix, beispielhafte Fotografien und zahlreiche Erläuterungen zum Lebensraum Alp Flix (Achermann & Burga, 2017).

Für die GIS-Analysen dieser Arbeit liegt die Vegetationskarte digital in Form einer GIS-Datenbank vor, welche freundlicherweise von Corina Achermann zur Verfügung gestellt wurde. Des Weiteren liegt ein Exemplar der gedruckten Vegetationskarte vor, freundlicherweise ausgehändigt durch die Stiftung Schatzinsel Alp Flix. Aus den vorliegenden Karten kann für das

gesamte Untersuchungsgebiet abgeleitet werden, welche Vegetationseinheiten an welchen Stellen verbreitet sind. Aus der zugrundeliegenden Masterarbeit und den von Corina Achermann durchgeführten Vegetationsaufnahmen können darüber hinaus weitere Informationen zu den vorherrschenden Vegetationseinheiten entnommen werden.

2.2 DATENGRUNDLAGE KLEINSÄUGETIERNACHWEISE

Die Ergebnisse von Kleinsäugerfangaktionen auf der Alp Flix werden seit 2012 in der elektronischen Datenbank BioOffice des Bündner Naturkundemuseums Chur erfasst und liegen digital vor. Das BioOffice dient der digitalen Erfassung der Sammlungen des Museums. Zuvor wurden die Daten in einer Datenbank des Naturhistorischen Museums Basel gespeichert, die dort nach dem GEO-Tag der Artenvielfalt angelegt und von Edi Stöckli betreut wurde. 2012 fand ein Datenaustausch aller Daten aus dieser Datenbank und eine Überführung ins BioOffice statt. Die bereits vom Naturhistorischen Museum Basel erfassten Datensätze wurden in diesem Rahmen mit den vorliegenden Feldprotokollen abgeglichen sowie um Zufallsbeobachtungen und Einzelfallenfänge aus einer alten Datenbank des Bündner Naturkundemuseums Chur ergänzt (mündliche Aussagen Dr. Jürg Paul Müller, sowie interne Unterlagen Bündner Naturmuseum Chur). Die Erfassung von Neueingängen erfolgt sowohl schriftlich als auch elektronisch (Schmid & Rehsteiner, 2012).

Zur Auswertung der Daten liegt ein BioOffice Datenauszug in Form eines Excel-Files vor, zur Verfügung gestellt von Dr. Jürg Paul Müller. Der Datenauszug wurde während der Erstellung dieser Arbeit noch um aktuelle Daten aus dem Jahr 2019 ergänzt, die erst während einer Kleinsäugerfangaktion im August 2019 und damit während der Anfertigung dieser Bachelorarbeit erhoben wurden.

Der Datensatz enthält die folgenden Angaben:

- Sammlungsorganisatorische Angaben wie Sammlungsname, Inventarnummer und Datensatzbeschreibung
- Angaben zum gefangenen Individuum: Taxonomie der gefangenen Art (Ordnung, Familie, Artname), Geschlecht, Alter, Todesursache, individuelle Markierungen
- Angaben zu Fundumständen: Art der Herkunft bzw. Name der Fangaktion bzw. des Projekts, Funddatum, administrative Beschreibung des Fundorts, Name des Fundorts, Koordinaten des Fundpunktes in Schweizer Landeskoordinaten, Fundortcode, Fundortdatensatz, Fundorthöhe, Koordinatengrundlage, nähere Beschreibung des Fundortes, weitere Ergänzungen zu den Fundumständen

- Angaben zur Bestimmung des gefundenen Individuums: Bestimmungsmethode, entnommene Gewebeproben, bestimmende Person, Bestimmungsdatum, sowie weiterführende Kommentare und Bemerkungen
- Angaben zu möglichen Präparaten von Individuen: Präparatstyp, präparierende Person, Präparationsart, Publikation von Objekten, aktueller Standort, Aufbewahrung

Nicht bei jedem gefundenen Exemplar wurden alle Angaben erfasst. Für jedes Exemplar liegen jedoch Daten zur Bestimmung bis mindestens auf Gattungsebene vor, Angaben zur Bestimmungsmethode, Bestimmer, Vorhandensein von Gewebeproben, Bestimmungsdatum, Art der Herkunft bzw. Name der Fangaktion bzw. des Projekts, das Funddatum sowie alle Angaben zum Fundort.

Ergänzt wird dieser Datensatz durch eine händisch von Dr. Jürg Paul Müller und seinem Assistenten Christian Sprecher zusammengetragene Aufstellung all jener Fangplätze, in denen während der Fangaktionen keine Kleinsäuger nachgewiesen wurden. Diese Daten zu den sogenannten „Nullreihen“ bzw. Fangplätzen ohne Fänge enthalten Angaben zur Bezeichnung der Fangaktion, das Datum der Fangaktion, die Koordinaten des Fallenstandorts sowie den Namen des Fangplatzes und die Fangplatznummer.

Die für den jeweiligen Kleinsäugernachweis hinterlegten Koordinaten entsprechen nicht den exakten Koordinaten der jeweiligen Falle, sondern den mittleren Koordinaten der ausgelegten Fallenreihe. Werden innerhalb einer Fallenreihe mehrere Exemplare in verschiedenen Fallen gefangen, so erhalten alle die gleichen Koordinaten. Diese werden entweder anhand von GPS-Geräten oder detaillierten Karten bestimmt.

Wie bereits in Kapitel 1.4 angedeutet, werden Kleinsäuger auf der Alp Flix seit 1998 erfasst. Diese Erfassung erfolgte in unterschiedlichen Zusammenhängen. Der Großteil der im BioOffice hinterlegten Datensätze stammt aus gezielten Kleinsäugerfangaktionen, studentischen Projekten und wissenschaftlichen Arbeiten. Bei einzelnen Einträgen handelt es sich um gesicherte Meldungen. Diese stammen beispielsweise aus zufälligen Beobachtungen. Ebenfalls aufgenommen wurden gesicherte Fänge aus Schlagfallen in den Häusern der Alp-Bewohner, Katzenopfer, Verkehrsoffer, einzelne Fallenfänge wie beispielsweise Demonstrationsfänge für Schulklassen und einzelne Spurentunnelnachweise. Der überwiegende Teil der Daten stammt jedoch aus Kleinsäugerfangaktionen mit Lebendfallen des Typs Longworth. Der genaue Ablauf der Datenerfassung im Rahmen von Kleinsäugerfangaktionen wird im Methodenkapitel exemplarisch anhand der 2019 durchgeführten Erfassungen erläutert.

2.3 DEFINITIONEN UND FESTLEGUNGEN

Der Begriff „Kleinsäuger“ wird in der Literatur unscharf verwendet und umfasst je nach Autor und Untersuchung unterschiedliche taxonomische Gruppen. In der hier vorliegenden Arbeit werden mit dem Oberbegriff „Kleinsäuger“ die folgenden Familien angesprochen: Spitzmäuse (*Soricidae*), Maulwürfe (*Talpidae*), Langschwanzmäuse (*Muridae*), Wühler (*Cricetidae*) und Bilche (*Gliridae*).

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird im Fließtext auf die vollständige Nomenklatur der Arten mit Autorennamen und Veröffentlichungsjahr der Beschreibung verzichtet. Im Sinne der besseren Lesbarkeit von Tabellen und Abbildungen werden darüber hinaus gelegentlich Abkürzungen verwendet. Das Namensverzeichnis Tabelle 1 listet alle verwendeten Kürzel auf.

Tabelle 1: Verzeichnis der verwendeten Artnamen und Artkürzel

<i>A. alp.</i>	<i>Apodemus alpicola</i>	<i>Apodemus alpicola</i> (Heinrich, 1952)
<i>A. spec.</i>	<i>Apodemus spec.</i>	<i>Apodemus spec.</i>
<i>A. syl.</i>	<i>Apodemus sylvaticus</i>	<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>C. niv.</i>	<i>Chionomys nivalis</i>	<i>Chionomys nivalis</i> (Martins, 1842)
<i>E. que.</i>	<i>Eliomys quercinus</i>	<i>Eliomys quercinus</i> (Linnaeus, 1766)
<i>M. arv.</i>	<i>Microtus arvalis</i>	<i>Microtus arvalis</i> (Pallas, 1778)
<i>M. spec.</i>	<i>Microtus spec.</i>	<i>Microtus spec.</i>
<i>M. sub.</i>	<i>Microtus subterraneus</i>	<i>Microtus subterraneus</i> (de Selys-Longchamps, 1836)
<i>My. gla.</i>	<i>Myodes glareolus</i>	<i>Myodes glareolus</i> (Schreber, 1780)
<i>N. fod.</i>	<i>Neomys fodiens</i>	<i>Neomys fodiens</i> (Pennant, 1771)
<i>S. alp.</i>	<i>Sorex alpinus</i>	<i>Sorex alpinus</i> (Schinz, 1837)
<i>S. ara.</i>	<i>Sorex araneus</i>	<i>Sorex araneus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>S. min.</i>	<i>Sorex minutus</i>	<i>Sorex minutus</i> (Linnaeus, 1766)
<i>S. spec.</i>	<i>Sorex spec.</i>	<i>Sorex spec.</i>
<i>T. eur.</i>	<i>Talpa europaea</i>	<i>Talpa europaea</i> (Linnaeus, 1758)

Bei den Kartiereinheiten in der Vegetationskarte handelt es sich sowohl um formationskundliche Einheiten d. h. physiognomisch-ökologische Vegetationseinheiten wie z. B. Felsvegetation, als auch um klar definierte Pflanzengesellschaften, die über eine lateinische Bezeichnung verfügen (Achermann, 2016, S. 11). Da im Untersuchungsgebiet auch immer wieder Mischformen auftreten, werden im Fließtext nur die deutschen Bezeichnungen der Vegetationseinheiten verwendet. Tabelle 2 listet alle auftretenden Pflanzengesellschaften mit ihren lateinischen Äquivalentbezeichnungen auf (nach Achermann, 2016, S. 11 ff.)

Tabelle 2: Verzeichnis der auftretenden Pflanzengesellschaften und ihren lateinischen Bezeichnungen (Quelle: Achermann, 2016)

Alpenampfer-Bestände	<i>Rumicetum alpini</i>
Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide	<i>Rhododendro-Vaccinietum</i>
Blaugrasrasen	<i>Seslerio-Caricetum sempervirentis</i>
Borstgrasrasen	<i>Geo montani-Nardetum</i>
Braunseggenried	<i>Caricetum nigrae</i>
Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwald	<i>Erico-Pinetum montanae</i> und <i>Rhododendro ferruginei-Pinetum montanae</i>
Fichtenwald	<i>Vaccinio-Piceetum</i>
Goldhaferwiese	<i>Polygono-Trisetetum flavescens</i>
Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes	<i>Caricetum nigrae/ Caricetum davallianae trichophoretosum cespitosi</i>
Hochstaudenfluren	<i>Adenostylion</i>
Kleinseggenried auf Karbonat	<i>Caricetum davallianae</i>
Lärchen-Fichtenwald	<i>Larici-Piceetum</i>
Rostseggenrasen	<i>Caricetum ferrugineae</i>
Schnabelseggenried	<i>Caricetum rostratae</i>
Torfmoos-Bergföhrenwald	<i>Sphagno-Pinetum montanae</i>
Violettschwingelrasen	<i>Festuco violaceae-Trifolietum thalii</i>
Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide	<i>Junipero-Arctostaphyletum</i>

Große Tabellen, die sich in ihrer Ausdehnung über einen Seitenumbruch hinaus erstrecken würden, sind im Anhang zu finden. An den jeweiligen Textstellen wird auf den entsprechenden Anhang verwiesen.

3 METHODIK

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die zur Anfertigung dieser Bachelorarbeit angewendeten Methoden. Es wird exemplarisch aufgezeigt, wie die Erfassung der Kleinsäugetiere auf der Alp Flix im Sommer 2019 erfolgte. Darüber hinaus zeigt das Kapitel auf, inwiefern die vorliegenden Daten aufbereitet, überprüft und gegebenenfalls korrigiert wurden.

3.1 FANGMETHODIK LEBENDFANG

Im August 2019 hatte die Autorin die Gelegenheit, an zwei Kleinsäugerfangaktionen im Untersuchungsgebiet teilzunehmen. Der Ablauf dieser Aktion entspricht in weiten Teilen dem gängigen Verfahren zum Kleinsäugernachweis auf der Alp Flix.

Zunächst fand eine Begehung des Geländes mit Biologe Dr. Jürg Paul Müller statt. Er ist Projektleiter der Stiftung Schatzinsel Alp Flix und aufgrund langjähriger Erfahrung Spezialist für die Systematik, Verbreitung und Ökologie der Insektenfresser und Nagetiere. Während der Begehung wurden mögliche Fangplätze nach den folgenden Kriterien ausgewählt:

- Erreichbarkeit des Standorts
- Ungestörtheit des Standorts (Vermeidung von Weiden, Pferdekoppeln, Mahdflächen)
- Vorherrschende Strukturen (z. B. Uferverläufe, Trockenmauern, Bulten) bzw. vorherrschende Vegetation (der Fokus der Fangaktion sollte auf Moorbereichen liegen)
- erhöhte Fangwahrscheinlichkeit, abgeleitet aus Erfahrungen der vorangegangenen Kleinsäugerfangaktionen
- Standort wurde in vorherigen Aktionen noch nicht befangen

Die Auswahl der Standorte folgte demnach keiner direkten Systematik, da das Ziel der Fangaktion vordergründig darin bestand, der Autorin die Fangmethodik näher zu bringen und möglichst viele verschiedene Exemplare zu fangen. Vom 19. bis 21. August wurde die Aktion außerdem in das Programm einer studentischen Summer School eingebunden, in deren Rahmen die Studierenden mit der Geländearbeit und der Feldbestimmung von Kleinsäugetieren vertraut gemacht werden sollten, sodass auch hier nicht die systematische Erfassung des Kleinsäugervorkommens im Vordergrund stand, sondern vielmehr die Vermittlung von Methodenkenntnissen.

Nach der Wahl geeigneter Standorte wurden an jedem Standort zehn Lebendfallen vom Typ Longworth Small Mammal Trap ausgebracht. Diese Lebendfallen bestehen aus einer Nestbox und einem Fallentunnel, in welchem sich der Auslöser des Türschließmechanismus befindet. Beide Teile bestehen aus wetterfestem Aluminium. Der Tunnel wird an der Nestbox befestigt. Durch ihn gelangen die Kleinsäuger in die Nestbox, wobei sie den Schließmechanismus auslösen, dessen Empfindlichkeit eingestellt werden kann.



Abbildung 5: Lebenfalle vom Typ Longworth in einem Fichtenwald auf der Alp Flix (Foto: Bettina Fischer)

Die Nestbox wird mit Stroh als Nistmaterial gefüllt. Als Köder werden etwas Hackfleisch, Nagerfutter und ein Stück Apfel in die Nestbox gegeben. Anschließend werden an jedem Fangplatz zehn Fallen in einer Reihe ausgebracht, wobei der Abstand zwischen den Fallen je nach Gelände etwa drei bis fünf Meter beträgt. Die Fallenreihen wurden jeweils am Abend des 15. und 19. August ausgelegt und fängig gestellt. Ein Prebaiting fand nicht statt. Die Fallen blieben für jeweils zwei Nächte fängig und wurden am 17. bzw. 21. August wieder eingeholt. In der Zwischenzeit wurden die Fallen jeweils früh morgens, mittags und abends kontrolliert. Auf eine Kontrolle der Fallen in der Nacht wurde aufgrund der Unzugänglichkeit des Geländes verzichtet. Stattdessen wurde durch die Wahl des Zeitpunkts der Abend- und Morgenkontrollen darauf geachtet, dass Tiere, die gegebenenfalls nachts in die Falle gingen, nicht allzu lange in den Fallen verbleiben mussten. Besetzte Fallen werden bei der Kontrolle vor Ort in transparente Beutel aus Plastik entleert. Dies dient einerseits dazu, ein Entwischen des gefangenen Exemplars zu verhindern und andererseits dazu, die Kontrollierenden zu schützen, da im Gebiet auch Kreuzottern (*Vipera berus*) vorkommen, die sich ab und zu in die Kleinsäugerfallen verirren.

Sollte ein Kleinsäuger in die Falle gegangen sein, erfolgt zunächst eine Bestimmung nach äußeren Merkmalskomplexen. Dazu muss das Tier gegebenenfalls mit entsprechenden Handschuhen aus dem Plastikbeutel entnommen werden. Anschließend werden, soweit möglich, Angaben zu Alter, Geschlecht und Geschlechtsaktivität aufgenommen. Um das Gewicht des Tieres zu ermitteln, wird zunächst der Plastikbeutel mit dem gefangenen Tier mittels

Federwaage gewogen, sowie anschließend nach Freisetzung des Tiers noch einmal ohne, sodass aus der Differenz das Gewicht des Tiers berechnet werden kann.

Sollte eine Artbestimmung nach äußeren Merkmalen nicht möglich sein, wird eine Gewebeprobe entnommen. Dazu wird das Tier zunächst im Plastikbeutel narkotisiert. Anschließend werden entweder Haarproben mit einer Pinzette entnommen oder Gewebeproben mittels Lochzange am Ohr. Für die Durchführung der Entnahme von Gewebeproben muss bei der jeweiligen Kleinsäugerfangaktion eine entsprechende Genehmigung der zuständigen Behörde vorliegen. Die entnommenen Gewebeproben werden zur DNA-Analyse ins Labor gegeben.

Dies entspricht im Wesentlichen dem grundlegenden Verfahren zum Nachweis von Kleinsäugetieren, welches im Untersuchungsgebiet in der Vergangenheit angewendet wurde. Entsprechend der unterschiedlichen Schwerpunktsetzung der jeweiligen Untersuchungen kann dieses Verfahren jedoch variiert werden. Diese Variationen können sich auf die Anzahl der Fangplätze, die Anzahl der ausgebrachten Fallen pro Fangplatz, den Einsatz von Prebaiting, die Wahl der Standorte, den Zeitpunkt der Untersuchung und vieles mehr beziehen. Marchesi et al. (2014) markierten zur Erfassung von Ortsveränderungen beispielsweise einzelne Exemplare, um diese bei Wiederfang identifizieren zu können (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 148).

Je nach Zielsetzung der Fangaktionen erfolgte auch die Fangplatzwahl bei den bereits in der Vergangenheit auf der Alp Flix durchgeführten Projekten auf unterschiedliche Art und Weise. Dies spiegelt sich auch in der sehr heterogenen Verteilung der Fangplätze auf das gesamte Alpgebiet wider. Auf diesen Umstand wird in Kapitel 4 näher eingegangen.

Im Wesentlichen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die im Zuge von Kleinsäugerfangaktionen erhobenen Daten auf der Alp Flix in ähnlicher Methodik wie der hier beschriebenen gewonnen wurden.

3.2 DATENAUFBEREITUNG

Wie bereits in Kapitel 2.2 erwähnt, liegen die Daten der Kleinsäugerfangaktionen auf dem Gebiet der Alp Flix als Datenauszug aus dem BioOffice in Form eines Excel-Files vor. Dieses bedarf vor der Weiterverarbeitung einiger Anpassungen. So enthält der Datensatz vor allem aus der Arbeit von Marchesi et al. (2014) Daten zu Fundpunkten, welche nicht innerhalb des Projektperimeters liegen. Da Marchesi et al. (2014) vor allem die alpine Stufe untersuchten, liegen die meisten dieser Fangplätze oberhalb von 2100 m und damit außerhalb des von Achermann (2015) kartierten Gebiets, welches sich auf das tiefer gelegene Teilgebiet des Projektperimeters beschränkt. Um alle Fundpunkte herauszufiltern, die sich außerhalb der Vegetationskartierung

befinden, werden die vorliegenden Punkte zunächst anhand ihrer Koordinaten in ein Geoinformationssystem (GIS) geladen. Die Autorin verwendet dazu das Programm ArcMap 10.4.1 der Firma ESRI. Anschließend wird das Shapefile, in dem sich nun alle Fundpunkte des Datensatzes befinden, mit den äußeren Grenzen des Untersuchungsgebiets verschnitten, sodass anschließend nur noch solche Fundpunkte enthalten sind, die innerhalb des Untersuchungsgebiets und damit innerhalb der Vegetationskartierung liegen. Sämtliche Fundpunkte, die sich außerhalb des definierten Gebietes befinden, werden in diesem Schritt aus dem Datensatz entfernt.

Dabei fallen jedoch kleinere Unstimmigkeiten im Datenauszug aus dem BioOffice auf. So ist in der ursprünglichen, unverschnittenen Version des Punktlayers zu erkennen, dass einzelne Fundpunkte sehr weit außerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes liegen. Ein Blick auf die hinterlegten Fundortbeschreibungen legt allerdings nahe, dass diese sehr wohl innerhalb des Gebietes liegen müssten, und zwar im Bereich Loc Dofora, einem kleinen Gebiet nördlich des Weilers Cuorts. Vermutlich handelte es sich in diesem Fall um fehlerhaft erfasste Koordinaten. Denn die Fundpunkte liegen zwar auf derselben Breite wie Loc Dofora, sind jedoch deutlich nach Westen verschoben. Eine Korrektur der x-Koordinate (Ost-West) um 50.000 m von 71xxxx auf 76xxxx korrigiert den Fehler. Diese Korrektur betrifft insgesamt acht vermerkte Fundpunkte.

Darüber hinaus scheinen einige Fundpunkte aus der Arbeit von Marchesi et al. (2014) falsch verortet zu sein, da sie ihren Koordinaten entsprechend im Weiler Salategnas und damit innerhalb der Vegetationskarte liegen. Laut der hinterlegten Fundortbeschreibung müssten die Punkte jedoch am Bachufer des Ava dallas Tigias auf einer Höhe von 2262 m liegen, und damit nordöstlich von Salategnas und vor allem außerhalb der Vegetationskarte. Diese insgesamt sieben Fangnachweise können demnach nicht in die Analyse einbezogen werden, da die Kleinsäuger nicht im von Achermann (2015) kartierten Gebiet gefangen wurden. Sie werden händisch aus dem Datensatz entfernt. Im Laufe der Untersuchungen fielen der Autorin darüber hinaus weitere kleine Unstimmigkeiten wie fehlerhafte Höhenangaben, Zahlendreher in Koordinatenangaben oder falsch übertragene Funddaten. Diese konnten jedoch anhand der ausführlichen Informationen zu jedem Datensatz alle korrigiert werden.

Nach dieser ersten Filterung und Aufbereitung der Daten liegen für die weiteren Untersuchungen von den ursprünglich 703 Kleinsäugernachweisen aus dem Großraum Alp Flix noch 314 Nachweise vor, die innerhalb des Untersuchungsgebiets zu verorten sind und für die dementsprechend Aussagen über die vorherrschenden Vegetationseinheiten getroffen werden können.

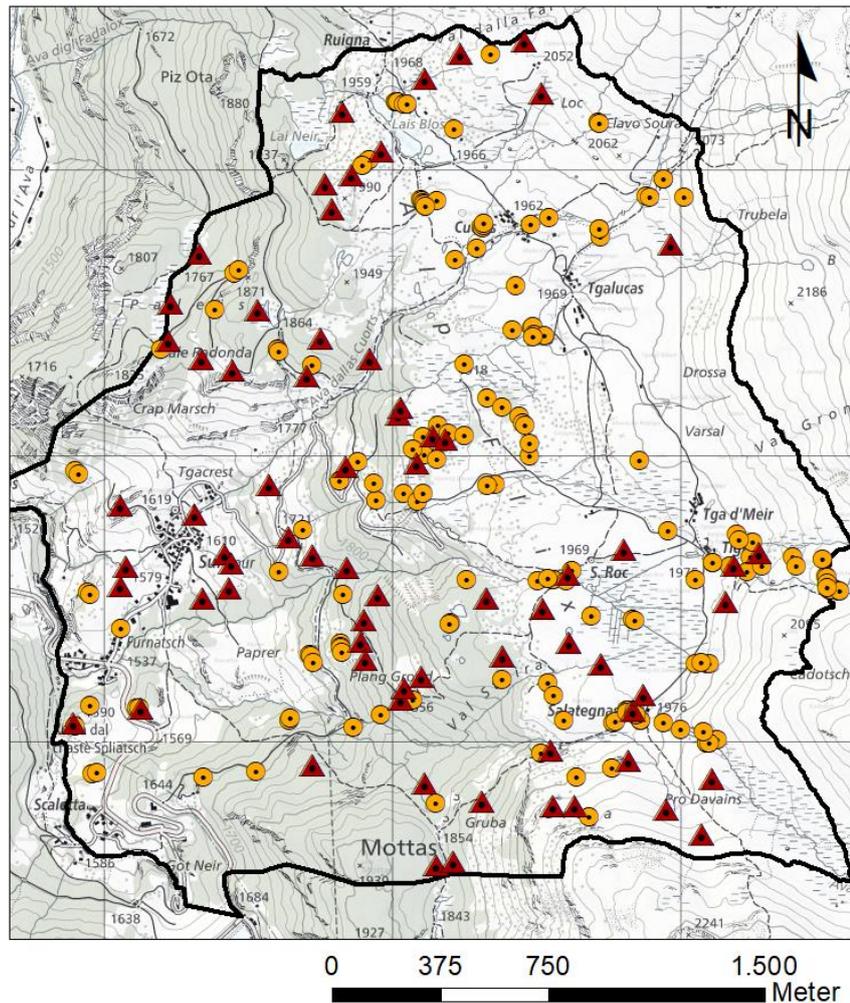
Auf gleiche Weise wird mit dem Datensatz der Fangplätze ohne Fangerfolg verfahren. Auch diese werden zunächst ins GIS eingeladen und anschließend entsprechend ihrer Lage gefiltert. Aus diesem Datensatz ergeben sich 70 Fangplätze, die innerhalb des definierten Gebiets liegen, in denen jedoch während der Fangaktionen keine Fänge verzeichnet werden konnten.

Im nächsten Schritt werden beide Datensätze, die im GIS als Punktlayer vorliegen mithilfe des Tools „intersect“ mit dem Polygon-Shapefile der Vegetationseinheiten verschnitten. Auf diese Weise wird die Attributtabelle des Punktlayers mit den Einträgen zu den jeweiligen Kleinsäugerfunden bzw. erfolglosen Fallenreihen um einen Eintrag zur Vegetationseinheit erweitert, in denen der jeweilige Fallenstandort lag. Diese Attributtabellen können nun wieder als Excel-Files ausgegeben werden.

Die weiteren Berechnungen in den Datensätzen erfolgten mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel aus dem Microsoft-Office-Paket und mit der Statistiksoftware IBM SPSS Statistics.

Berechnung des Fangaufwandes

Da aus den Daten nachträglich nicht mehr hervorgeht, wie viele Fallen an den jeweiligen Fangplätzen insgesamt aufgestellt wurden und wie lange diese jeweils fängig gestellt waren, lässt sich der Gesamtaufwand nicht wie in anderen Arbeiten üblich in Form von Fallennächten wiedergeben. Um dennoch den Fangaufwand grob abschätzen zu können, werden die Funde entsprechend ihrer Koordinaten und des Fangzeitpunktes zusammengefasst. Ergänzt um die vorliegenden Daten zu Fallenreihen, in denen keine Funde verzeichnet werden konnten, ergibt sich so eine Gesamtliste mit allen Fangplätzen. Diese Gesamtliste umfasst 245 Fangplätze, davon 70 ohne Kleinsäugernachweise. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass an den Fangplätzen nicht zwingend die gleiche Anzahl an Fallen aufgestellt wurde, da es sich bei einigen Funden um Zufallsbeobachtungen oder -funde handelt, die nicht im Rahmen von Fangaktionen registriert wurden und demnach nur gesichtet oder nur zufällig gefangen wurden (z.B. in den Kellern der Wohnhäuser auf der Alp Flix).



Kartenbearbeitung: Bettina Fischer; Hintergrundkarte: (c) swisstopo; Landeskarten (grau)

- ▲ Fangplätze ohne Fangfolge
- Fangplätze mit Fangfolge
- Grenze des Untersuchungsgebietes

Abbildung 6: Verteilung der Fangplätze im Untersuchungsgebiet

4 ERGEBNISSE

4.1 FANGERFOLG UND ARTENSPEKTRUM

Mit 245 Fangplätzen gelangen insgesamt 314 Kleinsäugerfänge. Pro Fangplatz wurden zwischen null und zwölf Individuen gefangen. Im Durchschnitt gingen an jedem Standort 1,28 Kleinsäuger ($SD = 1,629$) in die Falle. An 70 Fangplätzen gelang jedoch kein einziger Fund. An den einzelnen Fangplätzen konnten jeweils zwischen null und drei verschiedenen Arten nachgewiesen werden. An 137 Fangplätzen gelang der Nachweis einer einzigen Art. An 17 Fangplätzen wurden zwei Arten registriert und an fünf Fangplätzen gleichzeitig drei Arten. Insgesamt konnten im Untersuchungsgebiet zwölf verschiedene Kleinsäugerarten nachgewiesen werden.

123 und damit 39 Prozent aller Fänge entfallen auf die Ordnung der Insektenfresser (*Insectivora*) und 191 bzw. 61 Prozent der gefangenen Individuen gehören zur Ordnung der Nagetiere (*Rodentia*). Aus der Gattung der Rotzahnspeitzmäuse (*Sorex*) konnten die Arten *Sorex alpinus* (Alpenspeitzmaus) mit fünf gefangenen Individuen, *Sorex minutus* (Zwergspeitzmaus) mit vier Individuen und *Sorex araneus* (Waldspeitzmaus) als häufigste gefangene Art mit 81 Exemplaren nachgewiesen werden. Weitere 24 Exemplare konnten lediglich bis auf Gattungsebene bestimmt werden (*Sorex spec.*). Aus der Gattung der Wasserspeitzmäuse (*Neomys*) konnten sechs Exemplare der Art *Neomys fodiens* (Wasserspeitzmaus) nachgewiesen werden. Als Vertreter der Gattung *Talpa* (Eurasischer Maulwurf) konnten drei Funde des europäischen Maulwurfs (*Talpa europaea*) verzeichnet werden. Mit zehn Funden konnte die Art *Eliomys quercinus* (Gartenschläfer) aus der Gattung der Gartenschläfer (*Eliomys*) nachgewiesen werden. 29 nur bis auf Gattungsebene bestimmte Funde werden zu den Waldmäusen (*Apodemus*) gezählt. Weitere Vertreter der Waldmäuse waren 13 *Apodemus alpicola* (Alpenwaldmaus) und vier *Apodemus sylvaticus* (Waldmaus). Aus der Gattung der Rötelmäuse (*Myodes*) konnten 63 Tiere der Art *Myodes glareolus* (Rötelmaus) zugeordnet werden. Des Weiteren konnten aus der Gattung der Feldmäuse (*Microtus*) zwei Tiere bis auf Gattungsebene bestimmt werden und 19 Exemplare der Art *Microtus subterraneus* (Kleinwühlmaus) und 17 Individuen der Art *Microtus arvalis* (Feldmaus) zugeordnet werden. Mit 34 Exemplaren ging im Untersuchungsgebiet schließlich die Art *Chionomys nivalis* (Schneemaus) aus der Gattung der Schneemäuse (*Chionomys*) in die Falle. Die Verteilung der Arten auf die Gesamtfänge ist in Abbildung 7 graphisch dargestellt.

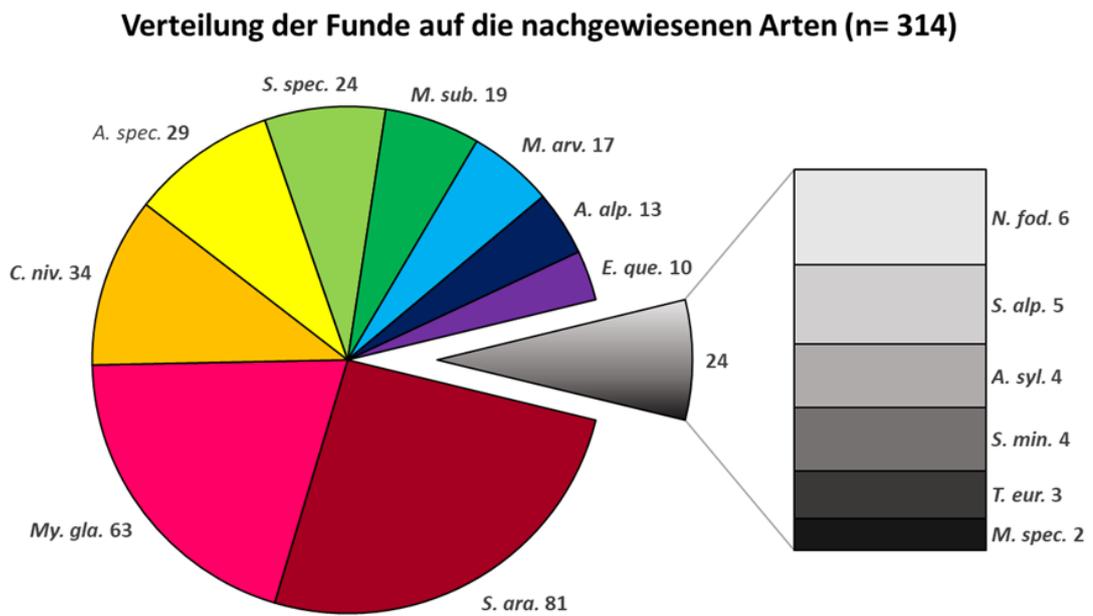


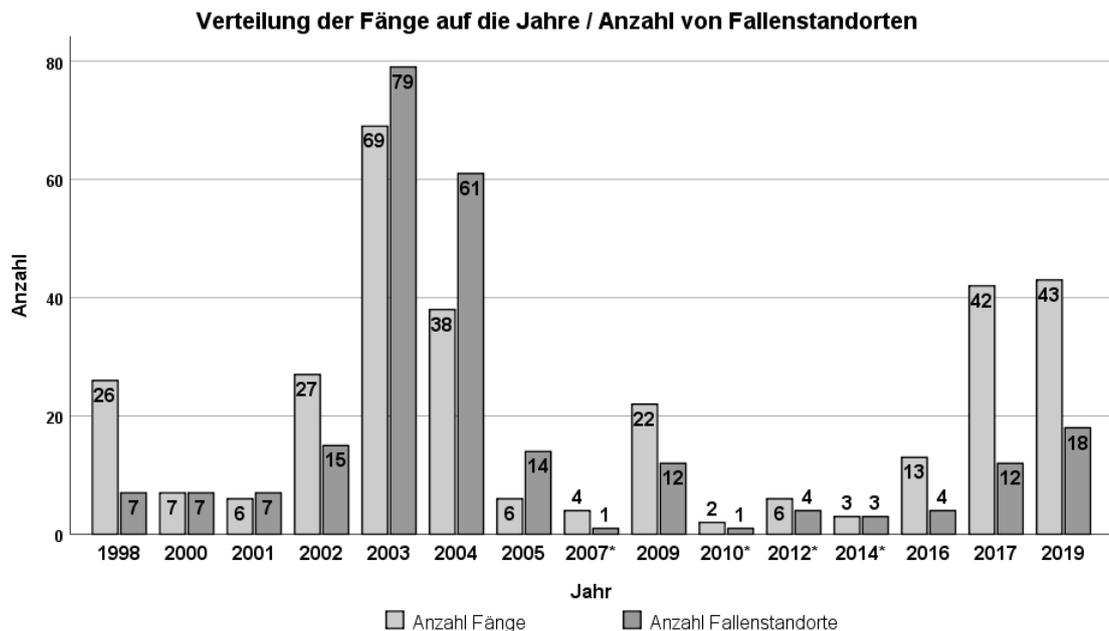
Abbildung 7: Verteilung der Funde auf die nachgewiesenen Arten (eigene Darstellung)

Aus Abbildung 7 geht die heterogene Verteilung der Fänge auf die einzelnen Arten hervor. *Sorex araneus* stellt mit 81 Exemplaren ein Viertel der Fänge (25,8 Prozent) und ist damit die am häufigsten nachgewiesene Art, gefolgt von *Myodes glareolus* mit 63 Tieren und damit 20 Prozent der Gesamtfänge. Rund ein Zehntel der Fänge stellen die 34 Individuen der Schneemäuse (*Chionomys nivalis*) gefolgt von 29 nicht näher bestimmten Exemplaren der Gattung *Apodemus* (neun Prozent) und 24 nicht näher bestimmten Spitzmäusen (*Sorex spec.*, acht Prozent). Damit verteilen sich dreiviertel der Fänge auf drei Arten. Das restliche Viertel der Fänge verteilt sich auf die neun Arten *Microtus subterraneus*, *Microtus arvalis*, *Apodemus alpicola*, *Eliomys quercinus*, *Neomys fodiens*, *Sorex alpinus*, *Apodemus sylvatica*, *Sorex minutus* und *Talpa europaea* mit jeweils weniger als 20 Nachweisen und zwei – lediglich bis auf Gattungsebene bestimmte – Exemplare der Feldmäuse (*Microtus spec.*). Die Artenverteilung entspricht dabei dem von Schröpfer (1990) beschriebenen Muster in Kleinsäugerpopulationen in Europa, nach dem dreiviertel der Fänge von maximal drei Arten gestellt werden, die den unterschiedlichen Lebensformtypen – Spitzmäuse (hier *Sorex araneus*), Wühlmäuse (hier *Chionomys nivalis* und *Myodes glareolus*) und Echte Mäuse (hier *Apodemus spec.*) – zugeordnet werden können (Schröpfer, 1990, S. 355).

Eine detailliertere Analyse des Vorkommens der einzelnen Arten erfolgt in Kapitel 5.

4.2 VERTEILUNG DER FUNDE AUF DIE EINZELNEN JAHRE

Die Kleinsäugernachweise im Untersuchungsgebiet stammen aus den Jahren 1998 bis 2019, wobei für die Jahre 1999, 2006, 2008, 2011, 2013, 2015 und 2018 keine Funde registriert sind. Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Fänge auf die einzelnen Jahre. Die Nachweise aus den Jahren 2007, 2010, 2012 und 2014 stammen nicht aus regulären Fangaktionen. Vielmehr handelt es sich um Einzelfänge, Zufallsbeobachtungen und Meldungen. Insgesamt verteilen sich die Fänge sehr unterschiedlich auf die einzelnen Jahre. Mit 22 Prozent der Fänge entfällt über ein Fünftel der Nachweise auf das Jahr 2003. Ebenfalls vergleichsweise viele Fänge gelangen in den Jahren 2004 (38 Fänge, 12,1 Prozent), 2017 (42 Fänge, 13,4 Prozent) und 2019 (43 Fänge, 13,7 Prozent). Eher wenig Fänge verzeichnen die Jahre 2000 (7 Fänge, 2,2 Prozent), 2001 und 2005 (je 6 Fänge, 1,9 Prozent).



* Funde stammen aus Meldungen, Zufallsbeobachtungen, Spurentunnelaktionen oder Einzelfangaktionen

Abbildung 8: Verteilung der Funde auf die Jahre (eigene Darstellung)

Die unterschiedlichen Fangzahlen sind weitestgehend auf den ungleichmäßigen Fangaufwand pro Jahr zurückzuführen. Aus Abbildung 8 ist bereits die Tendenz abzulesen, dass sich der absolute Fangerfolg erhöht, wenn der Fangaufwand erhöht wird. Dass dieser Zusammenhang signifikant ist, lässt sich anhand einer linearen Regressionsanalyse nachweisen ($F(1, 13) = 23,419$; $p = .000$). Mit jedem zusätzlichen Fallenstandort nimmt die Anzahl der Funde um etwa 0,7 zu. Insgesamt lassen sich 64,3 Prozent der Streuung der Anzahl der Funde durch die Anzahl der Fangplätze erklären, was einem starken Effekt entspricht. Demnach hängt der Fangerfolg in den einzelnen Jahren signifikant von der Anzahl der eingerichteten Fangplätze und damit indirekt von der Anzahl der Fallen ab (auch wenn anhand der Daten keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Anzahl der Fallenreihen bzw. Fallennächte möglich ist, s. Kapitel 3.2). Aufgrund des sehr heterogenen Fangaufwandes über die Jahre und der eindeutigen Beeinflussung des Fangerfolges durch die Anzahl an Fangplätzen pro Jahr, wird im weiteren Verlauf der Arbeit auf eine Auswertung der Fänge über den zeitlichen Verlauf und auf Aussagen zu möglichen Populationsentwicklungen verzichtet.

Aus Tabelle 3 geht hervor, dass erst nach 2003 keine neuen Arten im Untersuchungsgebiet mehr nachgewiesen werden konnten. Auch Slotta-Bachmayr et al. konnten im Sonderschutzgebiet Piffkar im Nationalpark Hohe Tauern erst nach vier Jahren keine neuen Arten mehr nachweisen (Slotta-Bachmayr, Lindner, & Winding, 1999, S. 115). Reiter und Jerabek (2011) konnten im Inter-Nationalpark Thayatal/Podyjí nach drei Jahren keine neuen Arten mehr feststellen (Reiter & Jerabek, Die Kleinsäuger-Fauna im Inter-Nationalpark Thayatal/Podyjí. Endbericht 2011.

Unpubl. Bericht im Auftrag der NP Thayatal GmbH, 2011, S. 19), ebenso Ladurner und Cazzolli am Ritten in Südtirol (Ladurner & Cazzolli, Kleinsäuger-Erhebung am Ritten (Südtirol, Italien): Artenspektrum, Habitatnutzung, Kletterverhalten, 2002, S. 190).

Im Schnitt wurden pro Jahr vier verschiedene Arten nachgewiesen ($\bar{x} = 4,07$, $SD = 2,219$). Die größte Artenvielfalt wurde mit neun Arten im Jahr 2003 gefangen (entspricht dem Jahr mit dem größten Fangaufwand). In den Jahren 2010 und 2014 wurde hingegen jeweils nur eine Art nachgewiesen (Jahre mit sehr geringem Fangaufwand). Statistisch korreliert die Artenzahl pro Jahr auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant mit dem Fangaufwand (Korrelation nach Pearson $r_p = 0,640$; starker positiver Zusammenhang), sodass im Sachzusammenhang interpretiert werden kann, dass die Anzahl der pro Jahr gefangenen Arten von der Anzahl der Fangplätze im jeweiligen Jahr abhängt. Damit lässt sich erklären, warum das Jahr 2003 eine so hohe Diversität in Bezug auf die gefangenen Arten aufweist.

Tabelle 3: Anzahl der Artnachweise pro Jahr

Art	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2009	2010	2012	2014	2016	2017	2019
S. ara.	14	1	3	6	21	6	2	1	5	0	0	0	0	0	22
My. gla.	9	3	0	6	13	16	0	0	5	0	0	0	0	8	3
M. sub.	2	0	1	4	6	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
A. spec.	1	1	0	2	3	6	0	0	0	0	0	0	0	10	6
E. que.	0	1	0	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0	1
T. eur.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
N. fod.	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S. min.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S. alp.	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S. spec.	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	20	0
M. arv.	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4
C. niv.	0	0	0	2	1	7	1	3	0	2	2	3	11	2	0
A. alp.	0	0	0	0	6	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
A. syl.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
M. spec.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Artenzahl pro Jahr	3	4	4	7	9	4	3	2	5	1	4	1	3	4	7

*gelb hinterlegte Zellen markieren das erste Nachweisjahr der jeweiligen Art

4.3 VERTEILUNG DER FANGPLÄTZE UND FUNDE AUF DIE HÖHENSTUFEN

Teilt man das Untersuchungsgebiet in Höhenstufen von je 50 Höhenmeter ein, so ergibt sich eine recht ungleichmäßige Verteilung der Fangplätze auf die Höhenstufen. Eine lineare Regression zeigt auch hier, dass die Anzahl der Funde in den jeweiligen Höhenstufen signifikant von der Anzahl der Fangplätze abhängt ($F(1,9) = 113,208$; $p < 0,01$). Über 90 Prozent der Varianz der Anzahl der Funde lässt sich über die Anzahl der Fangplätze erklären ($R^2 = 0,926$). Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Fänge und der Fangplätze auf die jeweiligen Höhenstufen.

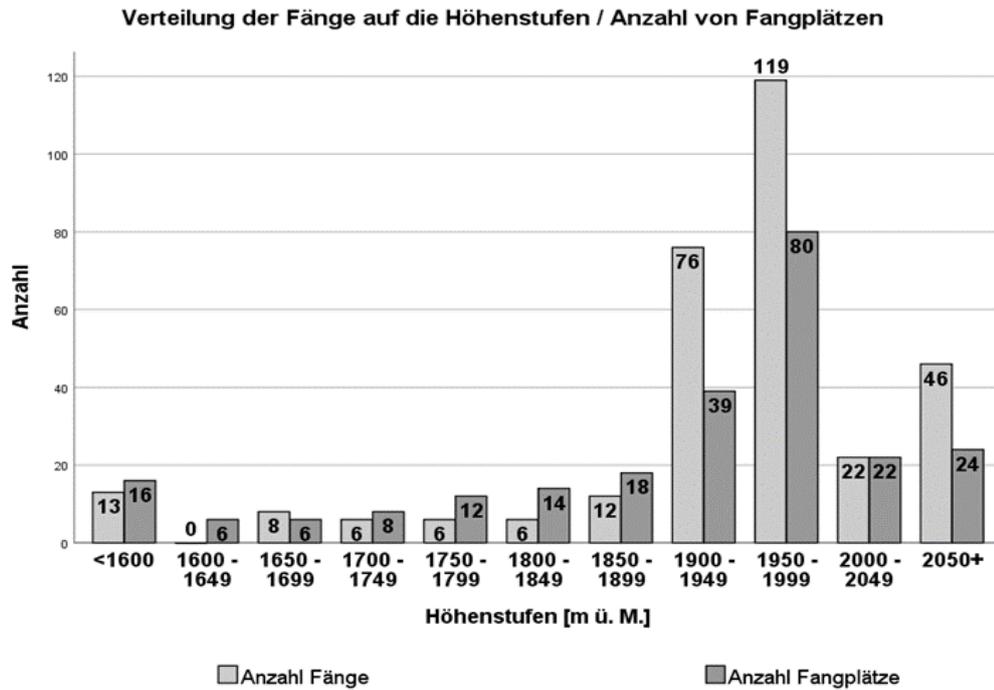


Abbildung 9: Anzahl von Fallenstandorten und Funden je Höhenstufe

Mit 119 Funden und 80 Fangplätzen wurde die Höhenstufe zwischen 1950 und 1999 m ü. M. am intensivsten und gleichzeitig erfolgreichsten befangen. Ebenfalls vergleichsweise viele Funde gelangen zwischen 1900 und 1949 m ü. M., während in den tiefer gelegenen Regionen des Untersuchungsgebietes sowohl deutlich weniger Fänge zu verzeichnen sind als auch deutlich weniger Fangplätze. So entfallen fast die Hälfte aller Fangplätze auf den Bereich zwischen 1900 und 2000 m ü. M., was grob dem Gebiet des Alplateaus entspricht. Aufgrund der ungleichen Verteilung der Fangplätze und der eindeutigen Beeinflussung des Fangerfolges durch die Anzahl der Fangplätze, ist im weiteren Verlauf der Arbeit nur eine beschreibende Analyse der Höhenverteilung der nachgewiesenen Arten möglich. Aufgrund des heterogenen Fangaufwandes kann auch nicht festgestellt werden, ob sich die Artendiversität mit zunehmender Höhe ändert. Abbildung 10 zeigt die Höhenverteilung der einzelnen Arten sortiert nach der Häufigkeit ihres Auftretens.

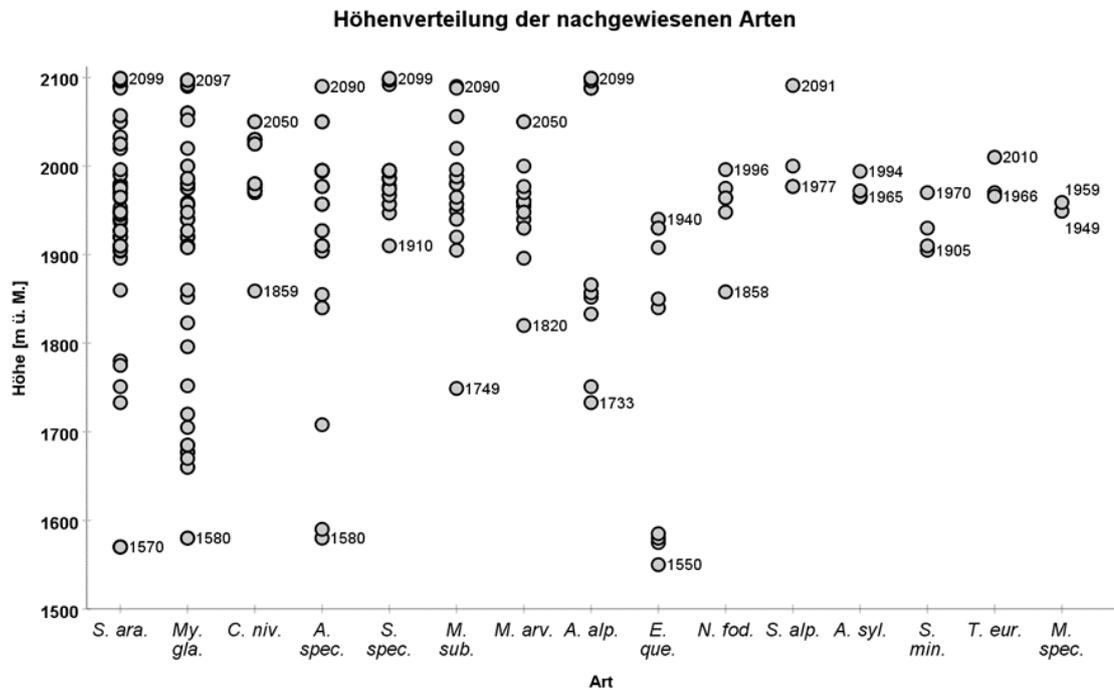


Abbildung 10: Höhenverteilung der nachgewiesenen Arten (eigene Darstellung)

Die Exemplare von *Sorex araneus* wurden zwischen 1570 und 2099 m ü. M. gefangen. Zwischen 1600 und 1700 m ü. M. gelangen keine Fänge, was jedoch auch auf den geringeren Fangaufwand zurückzuführen sein könnte. *Myodes glareolus* wurde zwischen 1580 und 2097 m ü. M. gefangen und weist im Gegensatz zu *Sorex araneus* keine größeren Verbreitungslücken auf, lediglich zwischen 1600 und 1650 m ü. M. gelangen keine Fänge. Jedoch gelang in dieser Höhenstufe wie aus Abbildung 9 hervorgeht an keinem der eingerichteten Fangplätze überhaupt ein Fang. *Chionomys nivalis* wurde zwischen 1859 und 2050 m nachgewiesen, wobei unter 1950 m ü. M. nur ein einzelner Fang gelangen. Die nur bis auf Gattungsebene bestimmten Exemplare der *Apodemus spec.* gingen zwischen 1580 und 2099 m. ü. M. in die aufgestellten Fallen. Größere Lücken zeigen sich zwischen 1600 und 1850 m ü. M., was aber ebenfalls auf den geringeren Fangaufwand in diesen Höhenstufen zurückzuführen sein kann. Die nicht näher bestimmten Exemplare der *Sorex spec.* wurden allesamt erst ab einer Höhe von 1910 m. ü. M. bis in eine Höhe von 2099 m ü. M. gefangen. Für *Microtus subterraneus* gelang ein einzelner Fang auf 1749 m. ü. M., während der Großteil der Fänge zwischen 1900 und 2090 m ü. M. gelang. Zwischen 1750 und 1900 m ü. M. ging *Microtus subterraneus* demnach nicht in die Falle. Die Höhenverbreitung von *Microtus arvalis* erscheint mit 1820 bis 2050 m. ü. M. etwas enger. Ein Großteil der Fänge gelang zwischen 1900 und 2000 m ü. M.. *Apodemus alpicola* konnte zwischen 1733 und 2099 m ü. M. nachgewiesen werden, wobei Nachweise für die Gebiete zwischen 1900 und 2080 m ü. M. fehlen. *Eliomys quercinus* wurde zwischen 1550 und 1940 m ü. M. nachgewiesen. Der Höchstfund des Gartenschläfers liegt damit von allen nachgewiesenen Arten am niedrigsten. Eine breite Verbreitungslücke ergibt sich zwischen 1600 und 1850 m. M.. Die

folgenden Arten wurden jeweils weniger als zehnmals im gesamten Gebiet nachgewiesen. Die Fänge der sechs *Neomys fodiens* gelangen zwischen 1858 und 1996 m ü. M., mit einer Lücke zwischen 1860 und 1950 m ü. M.. *Sorex alpinus* wurde fünfmal zwischen 1977 und 2091 m ü. M. gefangen, wobei zwischen 2000 und 2090 m ü. M. keine Fänge gelangen. Die Nachweise für *Apodemus sylvaticus* liegen zwischen 1695 und 1994 m ü. M., die Nachweise für *Sorex minutus* zwischen 1905 und 1970 und die für *Talpa europaea* zwischen 1966 und 2010 m ü. M.. Die beiden nicht näher bestimmten *Microtus spec.* Exemplare schließlich wurden auf 1949 und 1959 m ü. M. gefangen. Eine nähere Analyse der Höhenverteilung und Diskussion der Ergebnisse folgt in Kapitel 5.

4.4 VERTEILUNG DER FUNDE UND FANGPLÄTZE AUF DIE VEGETATIONSEINHEITEN

Achermann (2016) unterscheidet bei der Vegetationskartierung des Untersuchungsgebietes die in Anhang 1 dargestellten Vegetationseinheiten. Bei den angegebenen Flächenanteilen handelt es um die Flächenanteile auf der Vegetationskarte. Diese stimmen nicht zwingend mit der tatsächlichen Fläche im Gelände überein, da Flächen auf steilem Gelände in der zweidimensionalen Karte aufgrund der Projektion kleiner erscheinen, als sie in der Realität sind. Wie Achermann bereits in ihrer Arbeit anmerkt, führt das zu Verzerrungen. „Da gewisse Kartiereinheiten mehrheitlich auf flachem Gelände vorkommen, während andere an Steilhängen dominieren, hat dies einen bedeutenden Einfluss auf die Flächenanteile der verschiedenen Einheiten. Vegetationseinheiten der flachen Standorte wie Fettwiesen und Moore (mit Ausnahme der Hangmoore) werden tendenziell überschätzt, während Einheiten der Steilhänge wie beispielsweise Trockenrasen, subalpine Grasheiden und die Wälder eher unterschätzt werden“ (Achermann, 2016, S. 45). Da der Autorin dieser Arbeit kein ausreichend hochauflösendes dreidimensionales Geländemodell des Untersuchungsgebietes vorlag, konnte dieser Umstand nicht nachträglich korrigiert werden, sodass für die weiteren Analysen auf die von Achermann angegebenen Flächenanteile zurückgegriffen wird. Die Flächengrößen wurden näherungsweise in Bezug auf die Gesamtgröße (6,4 km²) des Untersuchungsgebietes berechnet.

Entsprechend der Analysen von Achermann (2016) sind rund 35 Prozent der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes mit Wald und Waldschlagflächen bedeckt, wobei mit 20 Prozent der Gesamtfläche der Fichtenwald flächenmäßig dominiert, gefolgt vom Lärchen-Fichtenwald mit sieben Prozent. „Ebenfalls einen grossen (sic!) Flächenanteil haben die Fettwiesen und –Weiden (18%), allen voran die Goldhaferwiesen. Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat machen 15% der Fläche aus, während solche auf Karbonat weniger als 1% der Fläche einnehmen. Moore und Zwergstrauchheiden machen je ca. 10% der Gesamtfläche aus, wobei die Moore v.a. durch

Hangmoore vertreten sind, die Zwergstrauchheiden durch die Wacholder-Bärentrauben-Einheit. Alle anderen Kartiereinheiten sind flächenmässig (sic!) von geringer Bedeutung“ (Achermann, 2016, S. 45).

Fast alle 41 Kartiereinheiten wurden im Laufe der Jahre mit mindestens einem Fallenstandort befangen. Lediglich in den folgenden Vegetationseinheiten wurde nie versucht, Kleinsäuger zu fangen: Gewässer, Schnabelseggenried, Blaugrassen, Mischform Goldhaferwiese und deren *Poa*-Variante („Diese Einheit umfasst vorwiegend [...] Hänge, welche Arten aus der Goldhaferwiese (6.1) und deren *Poa*-Variante (6.2) enthalten, also ein Mosaik dieser beiden Fettwiesen-Typen darstellen“ (Achermann, 2016, S. 16)), gerodete Zwergstrauchheide („Flächen, auf denen die Zwergstrauchheide vor kurzem direkt vom Menschen oder durch seine indirekte Wirkung in Form von starker Beweidung entfernt wurde und auf welchen sich noch keine andere Vegetationseinheit etabliert hat“ (Achermann, 2016, S. 17)), Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwald („Da im Untersuchungsgebiet [...] eine enge Verzahnung und viele Mischformen dieser Einheiten der Extremstandorte gefunden wurden, werden die beiden Gesellschaften zu *einer* Kartierungseinheit zusammengefasst“ (Achermann, 2016, S. 19)) sowie in der Kartiereinheit der künstlichen Begrünung. Zusammen machen diese Fläche jedoch nur 3,4 Prozent der Gesamtuntersuchungsfläche aus, sodass sie nicht als prägend angesehen werden können.

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der Fangplätze und Kleinsäugerfänge auf die jeweiligen Vegetationseinheiten, sowie die Anzahl an Fangplätzen ohne Fangenerfolg und die Gesamtartenzahl pro Vegetationseinheit. Im Schnitt wurden in allen befangenen Vegetationseinheiten bei durchschnittlich acht Fangplätzen ($\bar{x} = 8,17$, $Min. = 1$, $Max. = 45$, $SD = 9,624$) zehn Kleinsäuger ($\bar{x} = 10,47$, $Min. = 0$, $Max. = 48$, $SD = 12,670$) und drei verschiedene Arten ($\bar{x} = 2,8$, $Min. = 0$, $Max. = 8$, $SD = 2,355$) gefangen. Die Werte variieren jedoch stark zwischen den Vegetationseinheiten. Hier zeigt sich, dass die Vegetationseinheiten nicht systematisch befangen wurden. Eine ausführliche Diskussion der Fangergebnisse in den Vegetationseinheiten folgt in Kapitel 6.

Tabelle 4: Verteilung der Fangplätze auf die Vegetationseinheiten

Kartiereinheit	Anzahl Fang-Plätze (FP)	Anzahl FP ohne Fänge	Anzahl Funde	Anzahl Arten
Gewässer	<i>Keine Fangversuche</i>			
Fels- und Lockergesteinsvegetation				
Felsvegetation	5	1	8	3
Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation	4	1	8	4
Moore und Vernässungen				
Kleinseggenried auf Silikat				
<i>Schnabelseggenried¹</i>	<i>Keine Fangversuche</i>			
<i>Braunseggenried¹</i>	2	1	2	1
<i>Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davalleggenriedes¹</i>	3	1	3	1
Kleinseggenried auf Karbonat	1	1	0	0
Hochmoor/Hochmooranflug	1	0	1	1
Hangmoor und Quellhorizont	19	4	31	6
Nasswiese	4	0	7	3
Trocken- und Steppenrasen	5	2	3	2
Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat²	6	0	10	5
Borstgrasrasen	14	2	20	8
Borstgras- und Milchkrautweide	18	6	21	6
Violettschwingelrasen	1	0	1	1
Subalpine Grasheiden auf Karbonat				
Blaugrasrasen	<i>Keine Fangversuche</i>			
Rostseggenrasen	2	1	1	1
Fettwiesen und -weiden²	2	0	2	2
Goldhaferwiese	24	6	32	10
<i>Poa-Variante der Goldhaferwiese</i>	1	0	1	1
Mischform Goldhaferwiese und <i>Poa</i> -Variante	<i>Keine Fangversuche</i>			
Alpenampfer-Bestände	7	1	9	4
Subalpine Zwergstrauchheiden				
Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide	19	3	48	8
Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide	7	2	5	3
Gerodete Zwergstrauchheide	<i>Keine Fangversuche</i>			
Lärchenwälder				
Lärchweide	3	3	0	0
Lärchenwald	3	0	3	3
Fichtenwälder				
Fichtenwald	45	22	32	10
Lärchen-Fichtenwald	18	6	14	5
Bergföhrenwälder				
Torfmoos-Bergföhrenwald	7	1	10	2
Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwald	<i>Keine Fangversuche</i>			
Grünerlengebüsch/Grünerlenbestände²	5	2	6	4
Hochstaudenfluren	1	0	1	1
Künstliche Begrünung	<i>Keine Fangversuche</i>			
Schlagfläche/Schlagflur	4	1	3	3
Siedlung und Straße	13	2	32	7
<i>Mischfläche Hangmoor/ Borstgrasweide</i>	1	1	0	0
Summe	245	70	314	$\bar{x} = 2,8$

¹ Diese Kartiereinheiten sind in **Tabelle** Anhang X nicht aufgeführt, da Achermann (2016) diese unter der Einheit „Kleinseggenriede auf Silikat“ zusammenfasst (Achermann, 2016, S. 46), in der Kartierung jedoch weiter differenziert

² Die hier aufgetragenen Funde und Fallenstandorte stammen aus Gebieten, die in der Vegetationskarte keiner der Unterkategorien zugeordnet wurden

Da die Vegetationseinheiten unterschiedlich große Bereiche des Untersuchungsgebiets bedecken und die Fangstandorte unabhängig von diesen platziert wurden, liegt es nahe, dass in weit verbreiteten Vegetationseinheiten mehr Fangplätze liegen als in solchen, die nur kleine Gebiete abdecken. Eine Korrelationsanalyse bestätigt diese Annahme: Die Anzahl der zufällig in der Vegetationseinheit platzierten Fangplätze nimmt mit der Gesamtflächengröße der jeweiligen Vegetationseinheit signifikant zu ($r_p = 0,628, p < 0,01$). Dies legt den Schluss nahe, dass Vegetationseinheiten, die nur zu kleinen Anteilen im Untersuchungsgebiet vertreten sind, tendenziell unterrepräsentiert sind, was die Anzahl an Fangplätzen betrifft. Da gleichzeitig die Anzahl der Kleinsäugernachweise signifikant mit der Anzahl an Fangplätzen korreliert ist ($r_p = 0,817, p < 0,01$), weisen weit verbreitete Vegetationseinheiten signifikant mehr Kleinsäugernachweise auf, als Vegetationseinheiten, die nur in kleinen Bereichen des Untersuchungsgebietes vorkommen ($r_p = 0,433, p < 0,05$). Dies ist jedoch nicht darauf zurückzuführen, dass in gering verbreiteten Vegetationseinheiten generell weniger Kleinsäugernachweise zu erwarten wären. Das zeigt eine partielle Korrelationsanalyse zwischen der Flächengröße und der Anzahl an Fängen, bei der auf die Anzahl der Fallenstandorte kontrolliert wird (die Korrelation sozusagen um diese Variable „bereinigt“ wird) (Eid, Gollwitzer, & Schmitt, 2015, S. 621). Die Korrelation zwischen Flächengröße und Anzahl der Fänge ist bereinigt um die Anzahl der Fangplätze nicht mehr signifikant ($r_p = -0,176, p = 0,362$). Die Flächengröße hat demnach keinen signifikanten Einfluss auf den Fangerfolg, dieser wird jedoch durch die tendenziell größere Anzahl von Fangplätzen in flächenmäßig dominanten Vegetationseinheiten verzerrt. Dies bedeutet für die weiteren Analysen im Rahmen dieser Arbeit, dass der Fangerfolg durch den sehr heterogenen Fangaufwand in den jeweiligen Vegetationseinheiten erheblich verzerrt ist und Vegetationseinheiten mit hohem Flächenanteil tendenziell überrepräsentiert sind. Da der Stichprobenumfang zusätzlich sehr gering ist, können die Ergebnisse in Kapitel 6 nur in deskriptiver Form abgehandelt werden.

5 VERBREITUNG DER FESTGESTELLTEN KLEINSÄUGERARTEN: ERGEBNISSE UND DISKUSSION

5.1 WALDSPITZMAUS (*SOEX ARANEUS*)

Die Waldspitzmaus ist mit 81 Fängen die am häufigsten im Untersuchungsgebiet nachgewiesene Kleinsäugerart. Sie wurde an 50 von 245 Fangplätzen und in zehn von 15 Jahren gefangen. Nur in den Jahren 2010, 2012, 2014, 2016 und 2017 konnten keine Waldspitzmäuse nachgewiesen werden. Bis auf das Jahr 2017 wurden in diesen Jahren aber ohnehin wenige Kleinsäuger gefangen (siehe Kapitel 4.2). *Sorex araneus* konnte in insgesamt 18 unterschiedlichen Vegetationseinheiten nachgewiesen werden.

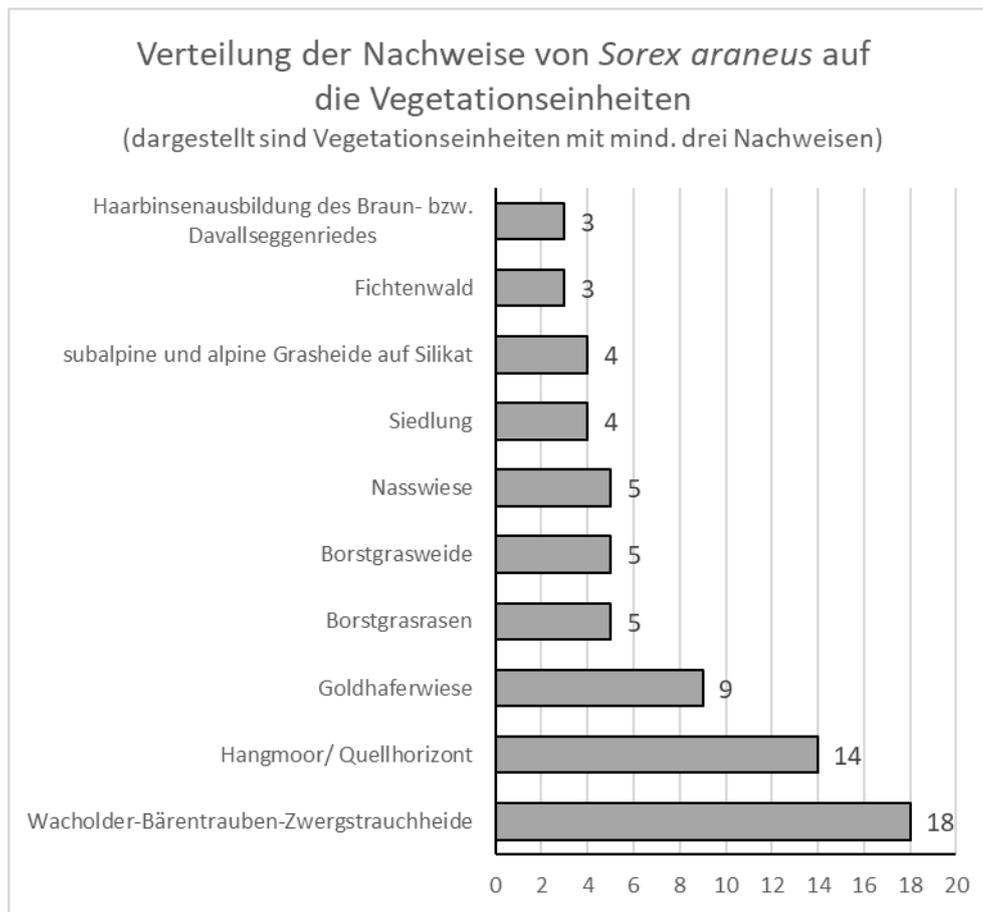


Abbildung 11: Verteilung der Nachweise von *Sorex araneus* auf die Vegetationseinheiten

Die meisten Fänge gelangen mit 18 gefangenen Exemplaren in der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide. Weitere 14 Exemplare wurden im Bereich von Hangmooren und Quellhorizonten gefangen. Neun Tiere gingen in den Goldhaferwiesen in die Falle, und jeweils fünf in den Nasswiesen, Borstgrasrasen und Borstgrasweiden. Jeweils vier Exemplare konnten im Bereich der Siedlungen und der subalpinen und alpinen Grasheiden auf Silikat gefangen werden. Darüber hinaus wurden drei Exemplare im Fichtenwald und drei in Haarbinsenausbildungen des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes nachgewiesen. Nur vereinzelte Nachweise gelangen in den folgenden Kartiereinheiten: Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation, Fettwiesen, Lärchenwald, Lärchenfichtenwald, Torfmoos-Bergföhrenwald, Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide, Grünerlengebüsch und Trocken- und Steppenrasen. Nicht nachgewiesen werden konnte *Sorex alpinus* in Alpenampferbeständen, Felsvegetation, Hochmooren / Hochmooranflug, Hochstaudenfluren, Poa-Varianten der Goldhaferwiese, Rostseggenrasen, Schlagflächen / -fluren, Violett-schwingelrasen, Kleinseggenrieden auf Karbonat, Lärchenweiden und Braunseggenrieden.

Sorex araneus kommt im Untersuchungsgebiet auf einer Höhe von 1570 bis 2099 m ü. M. vor, jedoch fehlen Nachweise aus den Höhenstufen zwischen 1600 und 1700 m ü. M.

Diskussion

Sorex araneus gilt als weit verbreitete und häufige Art in den Alpen und wird als anpassungsfähig beschrieben. Sie kommt in nicht zu trockenen Lebensräumen von der Talsohle bis weit oberhalb der Waldgrenze vor, wobei man die höchsten Dichten im Waldgrenzbereich beobachtet (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 18). „Sie bewohnt eine Vielzahl von Lebensräumen von Wäldern und Wiesen über Uferbereiche bis hin zu Äckern und Gärten. Wenngleich sie kühle, beschattete und feuchte Lebensräume bevorzugt, toleriert sie auch eine gewisse Trockenheit, besiedelt Straßenränder oder dringt während der unwirtlichen Jahreszeit in Häuser ein“ (Canalis, 2013, S. 48). Marchesi et al. (2014) bezeichneten die Waldspitzmaus bei ihren Untersuchungen in der alpinen Stufe der Alp Flix als „Strukturgeneralist“ (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 151). In einem Zwischenbericht zu den Fangaktionen auf der Alp Flix in den Jahren 2003 und 2004 wird der Art ebenfalls eine „sehr breite Habitatstoleranz“ zugeschrieben (Müller & Briner, 2005, S. 48). Als konstante Bedingung gilt eine gute pflanzliche Bodendecke oder vergleichbarer Schutz gegen die wichtigsten Feinde, die Eulen (Hausser, 1995, S. 25). Die opportunistische Habitatnutzung durch *Sorex araneus* zeigte sich auch in anderen Untersuchungen z. B. im Nationalpark Hohe Tauern (Slotta-Bachmayr, Lindner, & Winding, 1999, S. 196; Jerabek & Winding, 1999, S. 135; Reiter & Winding, 1997, S. 106), in Bergwäldern im Karwendel (Jerabek & Reiter, 2003, S. 240), an einem Nordhang im Churer Rheintal (Müller, 1972, S. 268), in der Steiermark (Komposch, 2003, S. 137), am Ritten in Südtirol (Ladurner & Cazzoli, Kleinsäuger-Erhebung am Ritten (Südtirol, Italien): Artenspektrum, Habitatnutzung, Kletterverhalten, 2002, S. 196) und im Gadental in Vorarlberg (Jerabek & Reiter, 2001, S. 144). In allen genannten Untersuchungen zeigte sich eine leichte Bevorzugung von hohem Deckungsangebot und feuchtkühlem Mikroklima. Dies spiegelt sich auch in den Untersuchungen auf der Alp Flix wider. Das Fehlen der Waldspitzmaus in einem Teil der Vegetationsflächen ist höchstwahrscheinlich eher auf den sehr geringen Fangaufwand von nur ein bis zwei Fangplätzen in den jeweiligen Kartiereinheiten zurückzuführen, als auf ein geringes Vorkommen der Art. Das Fehlen von *Sorex araneus* in der Einheit der Schlagflächen und Schlagfluren trotz eines Fangaufwands von vier Fallenstandorten könnte auf die dort fehlende, schützende Vegetation zurückzuführen sein.

Auch das scheinbare Fehlen der Art im Bereich zwischen 1600 und 1700 m ü. M. ist vermutlich auf den geringen Fangaufwand in diesen Höhenbereichen zurückzuführen, da sie eigentlich eine Verbreitung über alle Höhen zeigt (Hausser, 1995, S. 26).

Dass *Sorex araneus* im Jahr 2017 trotz vergleichsweise hohem Fangaufwand vermeintlich nicht nachgewiesen wurde, lässt sich damit erklären, dass in diesem Jahr alle gefangenen Spitzmäuse lediglich als *Sorex spec.* angesprochen wurden und nicht bis auf die Artebene bestimmt wurden. Ursächlich dafür ist vermutlich die Tatsache, dass neben *Sorex araneus* auch die Schwesterart

Sorex antinorii (Walliser Spitzmaus) im Untersuchungsgebiet vorkommen könnte, die erst 2002 in den Artstatus erhoben wurde und die in Graubünden weiter verbreitet sein könnte, als bislang angenommen. Äußerlich ist sie von *Sorex araneus* kaum zu unterscheiden, kann jedoch anhand genetischer und schädelmorphometrischer Untersuchungen eindeutig von dieser abgegrenzt werden (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 20). Marchesi et al. ließen deshalb 24 der 48 gefangenen Waldspitzmäuse in der alpinen Zone der Alp Flix genetisch bestimmen, „allerdings ohne Hinweis auf *Sorex antinorii*“ (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 150). Es ist daher anzunehmen, dass zumindest der Großteil der insgesamt 20 im Jahr 2017 als *Sorex spec.* bestimmten Tiere *Sorex araneus* zuzuordnen ist. Dies würde sich in die Anzahl der Fangerfolge aus Jahren mit ähnlich hohem Fangaufwand einreihen (2003: 21 Nachweise, 2019: 22 Nachweise). Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Nachweise von *Sorex araneus* und *Sorex spec.* im Untersuchungsgebiet.

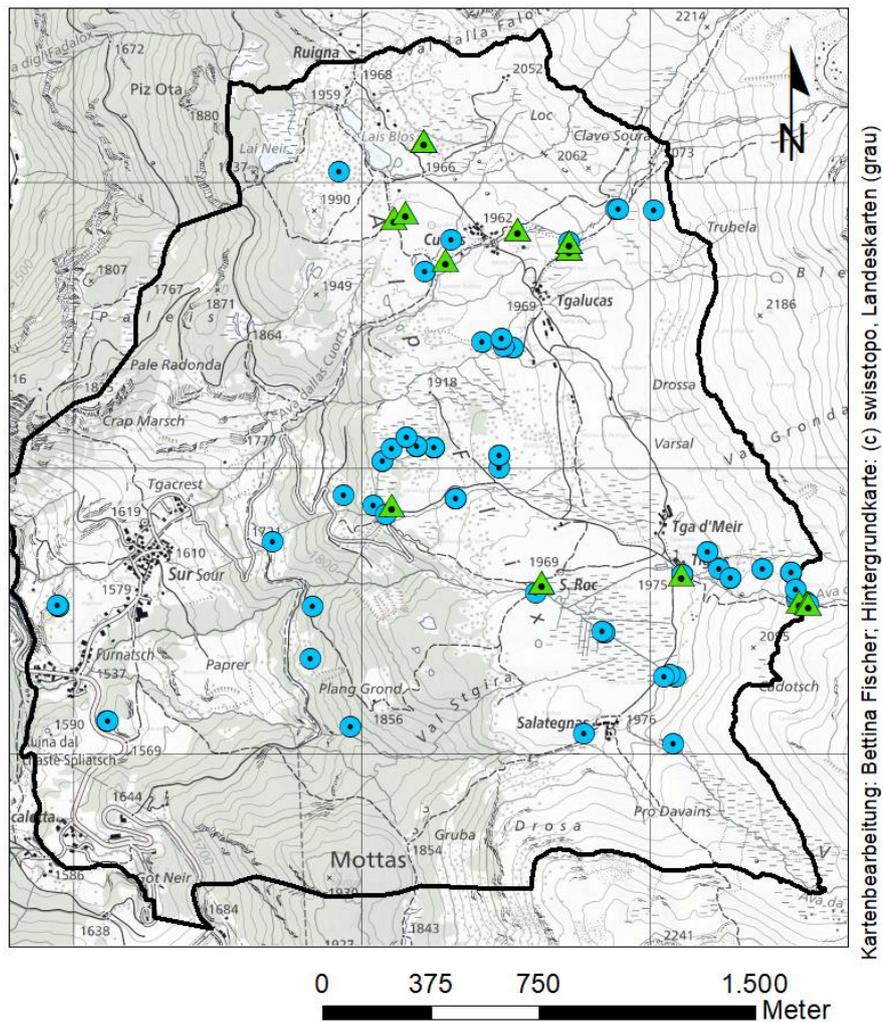


Abbildung 12: Nachweise von *Sorex araneus* und *Sorex spec.* im Untersuchungsgebiet

Anhand des Artspektrums einzelner Fangplätze lässt sich ablesen, dass *Sorex araneus* an vielen Fangplätzen syntop mit anderen Kleinsäugetern vorkommt. So findet sich *Sorex araneus* an 18 der insgesamt 22 Fangplätze, an denen mehr als eine Art gleichzeitig festgestellt werden konnte. In acht Fällen kommt sie parallel mit *Myodes glareolus* vor (siehe Kapitel 5.2) und an sieben Standorten mit *Microtus subterraneus* (siehe Kapitel 5.6).

5.2 RÖTELMAUS (*MYODES GLAREOLUS*)

Die Rötelmaus wurde mit 63 Fängen als zweithäufigste Art im Untersuchungsgebiet nachgewiesen und ist damit das häufigste Nagetier. Sie konnte an 45 der 245 Fangplätze im Untersuchungsgebiet gefangen werden und in acht von 15 Jahren Fangtätigkeit. Keine Fänge gelangten in den Jahren 2001, 2005, 2007, 2010, 2012, 2014 und 2016, die allerdings ohnehin durch einen geringen Fangaufwand und allgemein wenige Kleinsäugeternachweise

gekennzeichnet sind. Wie bereits in Kapitel 4.3 beschrieben, konnte *Myodes glareolus* über alle Höhenstufen des Gebiets hinweg nachgewiesen werden, in denen erfolgreich Kleinsäuger gefangen wurden.

Rötelmäuse wurden in insgesamt 14 Vegetationseinheiten gefangen. 14 Exemplare wurden in der Wachholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide, zehn im Lärchenfichtenwald, jeweils neun im Torfmoos-Bergföhrenwald und an Hangmooren/ Quellhorizonten, sieben im Fichtenwald und vier in Alpenampferbeständen gefangen. Nur vereinzelte Fänge gelangen in Borstgrasrasen, Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheiden, subalpinen und alpinen Grasheiden auf Silikat, Schlagflächen, Hochstaudenfluren, Grünerlengebüschen, Fettwiesen und Borstgrasweiden.

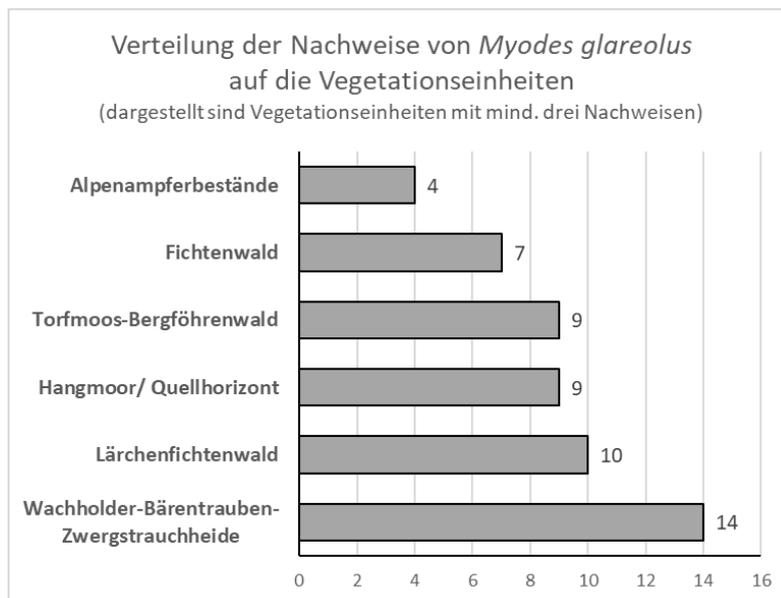


Abbildung 13: Verteilung der Nachweise von *Myodes glareolus* auf die Vegetationseinheiten

In den folgenden Vegetations-/ Kartiereinheiten konnten keine Rötelmäuse nachgewiesen werden: Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation, Felsvegetation, Braunseggenried, Nasswiese, Kleinseggenriede auf Karbonat, Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes, Hochmoor (-anflug), Trocken- und Steppenrasen, Goldhaferwiese und deren Poa-Variante, Lärchenwald, Lärchenweide, Rostseggenrasen, Siedlung sowie Violettswingelrasen.

Diskussion

Die Rötelmaus gilt als eine der häufigsten einheimischen Kleinsäugerarten und wird in ganz Graubünden regelmäßig gefangen (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 116). Auch auf der Alp Flix wurde *Myodes glareolus* sowohl häufig als auch regelmäßig gefangen. Nach Angaben in der Literatur besiedelt die Rötelmaus sämtliche Höhenlagen bis über die Waldgrenze hinaus, vorausgesetzt, eine gute Deckung ist vorhanden. Sie lebt vornehmlich in Wäldern,

Hecken und Gebüsch und nicht im Grünland (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 116). Sie besiedelt Laub- und Nadelwälder und in hohen Lagen bis 2500 m auch Gebüschlandschaften und Hochstaudenfluren (Canalis, 2013, S. 170). In Blockfeldern kommt es gelegentlich zu Konkurrenz mit der Schneemaus (*Chionomys nivalis*) (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 116). Essentiell scheint neben einer ausreichenden, bodennahen Deckung vor allem ein ausgeprägter Struktureichtum zu sein, sei es in Form von Totholz, Wurzelwerk, Geäst, überwachsenem Blockwerk oder unterwuchsreicher Vegetation. Die Art der Deckung scheint dabei nur von sekundärer Bedeutung zu sein, sofern genügend Versteckmöglichkeiten vorhanden sind (u. a. Jerabek & Reiter, 2001, S. 149 f.; Jerabek & Reiter, 2003, S. 270 f.; Ladurner & Cazzoli, 2002, S. 193; Reiter & Winding, 1997, S. 114; Jerabek & Winding, 1999, S. 142; Müller, 1972, S. 271 f.).

Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen im Untersuchungsgebiet wider. So war die Rötelmaus in allen Waldeinheiten zu finden, außer im Lärchenwald, wobei dieser nur mit einer geringen Anzahl von Fallenstandorten befangen wurde. Die von Achermann (2016) zur Einheit der Moore und Vernässungen zusammengefassten Einheiten Kleinseggenriede auf Silikat und Karbonat, Hochmoor (-anflug) und Nasswiesen scheinen von *Myodes glareolus* gemieden zu werden, da hier keine Fänge gelangen. Lediglich in der Einheit der Quell- und Hangmoore konnte mit neun Exemplaren eine hohe Anzahl an Tieren gefangen werden. In dieser Einheit wurden von Achermann alle Flachmoore mit deutlich sichtbarer Hangneigung und Vernässungsgesellschaften an Quellaustritten zusammengefasst, was zunächst nicht zu den Habitatanforderungen der Art zu passen scheint. Ein genauer Blick in die Datenbank zeigt, dass fünf dieser Funde am gleichen Fangplatz gelangen. Dieser und ein weiterer Fangplatz zeigen auf der Vegetationskarte eine direkte Nähe zu angrenzendem Fichtenwald, was in der Datenbank mit dem Zusatz „Waldrand, hohe Vegetation“ bzw. „lockerer Fichtenwald, hohes Gras“ vermerkt ist (BioOffice des Bündner Naturmuseums). Die restlichen drei Fänge gelangen an einem Fangplatz, der in der Vegetationskarte mit einer Einzelsignatur für eine Hochstaudenflur versehen ist, welche jedoch bei der Verschneidung im GIS nicht berücksichtigt werden konnte (Achermann & Burga, 2017). Damit entsprechen auch diese auf den ersten Blick ungewöhnlichen Fundpunkte den generellen Habitatansprüchen der Rötelmaus. Auch die Fangplätze in der Fettwiese und der Schlagfläche lagen in direkter Waldnähe bzw. auf Waldlichtungen. In den Alpenampferbeständen gelangen alle vier Nachweise gemäß Datenbank an Trockenmauern. Diese können die nötige Deckung und Versteckmöglichkeiten bieten. Dies gilt scheinbar auch für die Strauchschicht der Heiden, da *Myodes glareolus* am häufigsten in der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide gefangen wurde, aber auch in anderen Einheiten der subalpinen Zwergstrauch- und Grasheiden vertreten ist. Offenlandstandorte wie diverse Rasen

und Wiesen sowie vegetationsarme Blockschutthalden und Felsvegetation scheint sie hingegen ebenso zu meiden wie die Siedlungsbereiche. Oberhalb von 2100 m konnte *Myodes glareolus* auf der Alp Flix in der Zwergstrauchvegetation bis 2200 m an der potentiellen Waldgrenze sowie im Bereich eines Bachufers zwischen 2200 und 2300 m ü. M. festgestellt werden. Sie zeigte eine deutliche Affinität zu Sträuchern und wird mit zunehmendem Geröllanteil immer seltener (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 151 ff.). Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Rötelmaus-Nachweise im Untersuchungsgebiet.

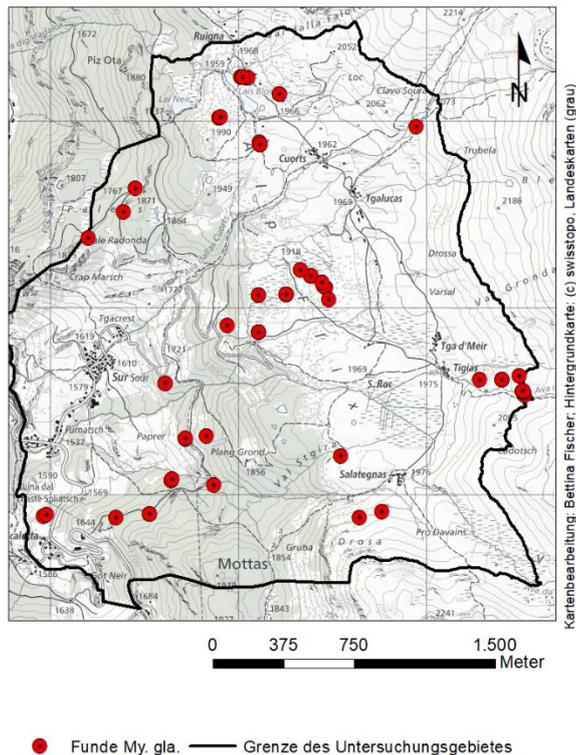


Abbildung 14: Funde von *Myodes glareolus*

5.3 SCHNEEMAUS (*CHIONOMYS NIVALIS*)

Chionomys nivalis stellt mit 34 Nachweisen die dritthäufigste Art im Untersuchungsgebiet. Sie konnte an 18 Fangplätzen nachgewiesen werden. 2002 wurde sie das erste Mal auf der Alp Flix nachgewiesen und darauf in jedem weiteren Jahr, außer in den Jahren 2009 und 2019. Fast alle Tiere wurden zwischen 1950 und 2050 m ü. M. gefangen. Ein Einzelfang gelang auf 1859 m Höhe.

Die Schneemausnachweise im Untersuchungsgebiet verteilen sich auf nur wenige Vegetations- bzw. Kartiereinheiten. Die meisten Exemplare (19) wurden in Siedlungen gefangen, jeweils fünf in Felsvegetation sowie Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation und vereinzelt Tiere konnten im Hangmoor/ Quellhorizont, Borstgrasrasen, in der Goldhaferwiese und auf Schlagflächen/ bzw. -fluren nachgewiesen werden. In allen übrigen untersuchten Einheiten konnten im Verlauf der Jahre keine Schneemäuse nachgewiesen werden.

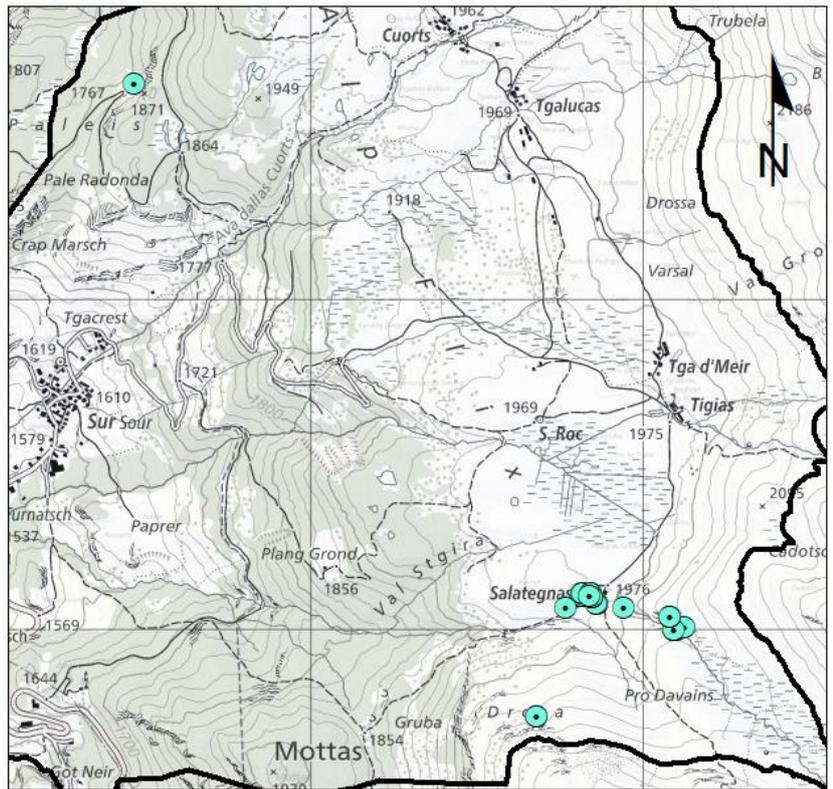
Diskussion

Die Schneemaus ist in Graubünden weit verbreitet. Ihr Vorkommen beschränkt sich vorwiegend auf Gebiete über der Waldgrenze. Unterhalb der Waldgrenze kommt sie nur in Wäldern vor, sofern Felsblöcke und -spalten vorhanden sind, sowie gelegentlich am Ausgang von schluchtenartigen Tälern (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 128). Sie ist eine ausgesprochene Spaltenbewohnerin. Große Schwielen an den Sohlen und eine aufgefeilte Technik erlauben ihr ein gewandtes Kletterverhalten, mit dem sie gut an ihren Lebensraum angepasst ist (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 128). Bevorzugt lebt sie in hoch gelegenen, offenen Lebensräumen: vorzugsweise südexponierten Steinfluren, Moränen, alpinen Buschlandschaften, Felsvorsprüngen und felsigen Grasländern. Auch menschliche Behausungen und andere Gebäude werden von Schneemäusen besiedelt (Canalis, 2013, S. 154).

Die enge Bindung an felsiges Gelände zeigt sich eindeutig auch auf der Alp Flix. 85 Prozent der Nachweise gelangen in Fels- und Lockergesteinsvegetation und Blockschutthalden sowie in Siedlungen. Beim Einzelfang in einer Goldhaferwiese handelt es sich um den Nachweis an einer Trockenmauer im Randgebiet des Weilers Salategnas. Der Fangplatz im Hangmoor bzw. Quellbereich mit zwei Funden liegt in direkter Nähe zu einer größeren Blockschutthalde. Der Fund auf der Schlagfläche gelang nach Angaben in der Datenbank unter einem Felsen. Gleiches könnte für den Fund im Borstgrasrasen etwas oberhalb Salategnas gelten, da dieser an einem felsigen Gebirgsbach liegt, jedoch sind dazu keine Hinweise in der Datenbank vermerkt. Im Siedlungsbereich der Alp Flix besiedelt die Schneemaus löchriges Mauerwerk von Rinderställen, temporäre Wohngebäude, Werkzeugdepots und den Keller des Forscherhauses. Alle Funde liegen entsprechend der Literaturangaben oberhalb der aktuellen Waldgrenze.

In den Jahren ohne Schneemausfunde wurden keine typischen Lebensräume der Schneemaus untersucht. Ein Fangplatz innerhalb des Siedlungsgebietes 2001 blieb generell ohne Fangenerfolg. Von dieser einen Ausnahme abgesehen, konnten jedoch in jedem Jahr, in denen typische Schneemaushabitate befangen wurden, auch Exemplare der Art nachgewiesen werden.

In der alpinen Stufe oberhalb der Alp Flix ist die Schneemaus die am häufigsten gefangene Art (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 143). Auch in anderen Untersuchungen im Gebiet der Alpen ist die Schneemaus durchaus häufig festgestellt worden. Auch hier mit einer klaren Präferenz für felsige Lebensräume und anthropogene Strukturen (u. a. Slotta-Bachmayr, Lindner, & Winding, 1999, S. 200; Jerabek & Winding, 1999, S. 144; Reiter & Winding, 1997, S. 119 f.).



● Funde C. niv. — Grenze des Untersuchungsgebietes

Kartenbearbeitung: Bettina Fischer; Hintergrundkarte: (c) swisstopo; Landeskarte (grau)

Abbildung 15: Nachweise von *Chionomys nivalis* im Untersuchungsgebiet

5.4 WALDMÄUSE (*APODEMUS SPEC.*)

In Graubünden kommen drei Arten der Gattung *Apodemus* vor: die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*). Die Unterscheidung der drei Arten ist im Feld nahezu unmöglich. Eine eindeutige Artzuordnung kann nur anhand molekularer und kranio-metrischer Methoden erfolgen (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 104). Daher werden Exemplare, die genetisch nicht einwandfrei bestimmt wurden, in der Regel als *Apodemus spec.* angesprochen. Die Datenbank des Untersuchungsgebiets führt 29 Exemplare dieser Zuordnung auf. Außerdem 13 anhand von DNA-Analysen bzw. Schädelpräparaten eindeutig bestimmte Alpenwaldmäuse (*Apodemus alpicola*) und vier ebenfalls eindeutig als *Apodemus sylvaticus* bestimmte Exemplare. Die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) konnte demnach bislang noch nicht im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden. In diesem Kapitel werden alle *Apodemus*-Nachweise besprochen.

Tiere der Gattung *Apodemus* werden im Untersuchungsgebiet recht regelmäßig, jedoch in eher geringer Anzahl gefangen. Die Funde verteilen sich auf Höhen zwischen 1580 und 2099 m ü. M., wobei *Apodemus alpicola* tendenziell in Lagen zwischen 1700 und 1900 m und oberhalb von 2000 m nachgewiesen wurde, *Apodemus sylvaticus* mit 1960 bis 2000 m dazwischen.

Die Funde der nur bis auf Gattungsebene bestimmten Tiere verteilen sich wie folgt auf die Vegetationseinheiten: Fichtenwald (7), Goldhaferwiese (5) und deren Poa-Variante (1), Siedlung (3), Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide (3), Borstgrasweide (3), Felsvegetation (2), Lärchenfichtenwald (1), Rostseggenrasen (1), Lärchenwald (1).

Apodemus alpicola wurde viermal im Fichtenwald, dreimal im Borstgrasrasen, zweimal in subalpiner und alpiner Grasheide auf Silikat sowie in der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide und jeweils einmal im Lärchenfichtenwald und auf einer Schlagfläche/-flur gefangen. Von *Apodemus sylvaticus* wurden jeweils einzelne Tiere in der Siedlung, im Fichtenwald, in der Borstgrasweide und in der Goldhaferwiese nachgewiesen.

Diskussion

Waldmäuse scheinen wenig spezialisiert und kommen in einem breiten Spektrum an Lebensräumen bis hinauf zum Waldgrenzökoton vor, allerdings fast immer im Wald, in Hecken und Gebäuden. Sie können gut klettern und scheinen daher dreidimensionale Strukturen zu bevorzugen. Angaben in der Literatur zur Biologie der einzelnen *Apodemus*-Arten sind aufgrund der schweren Bestimmbarkeit meist mit Unsicherheiten behaftet (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 104). So ist beispielsweise noch keine klare ökologische Einnischung der einzelnen Arten erkennbar, da die Arten oft sympatrisch vorkommen. Jedoch scheint *Apodemus flavicollis* strenger an Wälder gebunden zu sein und häufig in tieferen Lagen vorzukommen (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 106), während *Apodemus alpicola* eindeutig die höheren Lagen besiedelt (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 108). *Apodemus sylvaticus* gilt als opportunistisch und hält sich vor allem in höheren Lagen auch in der Nähe von Häusern auf (Canalis, 2013, S. 176).

Das Fehlen von *Apodemus flavicollis* im Untersuchungsgebiet könnte auf die geringe Fangaktivität in den tieferen Lagen zurückzuführen sein. Marchesi et al. (2014) ließen fast alle in der alpinen Zone gefangenen *Apodemus*-Exemplare genetisch bestimmen, konnten aber mit *Apodemus alpicola* nur eine Art nachweisen (Marchesi, Müller, & Briner, 2014). Bislang fehlen also Nachweise für *Apodemus flavicollis* im Gebiet der Alp Flix.

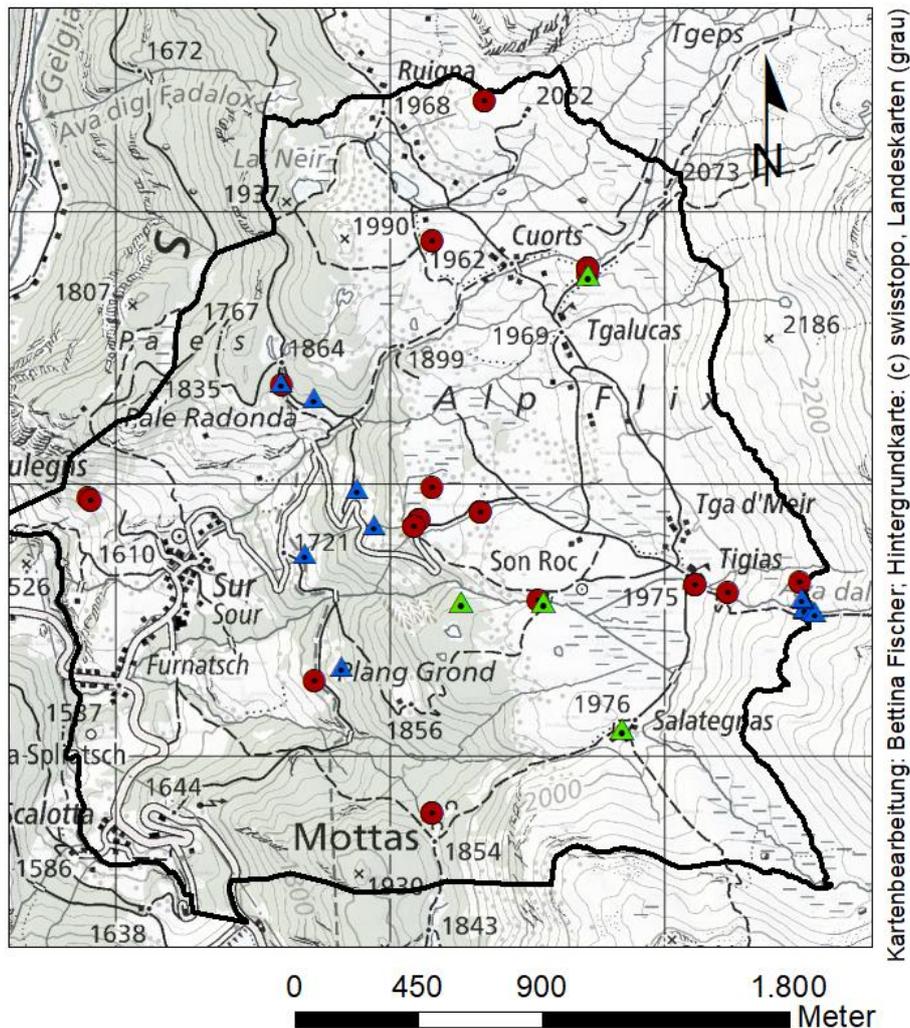
Die opportunistische Habitatwahl von *Apodemus sylvaticus* zeigt sich auch in den Fangergebnissen auf der Alp Flix. Im Gegensatz zu ihrer Schwesterart *Apodemus alpicola* wurde

sie im Bereich der Siedlungen nachgewiesen, was sich mit den oben genannten Angaben der Literatur deckt. Von den drei *Apodemus*-Arten scheint *Apodemus sylvaticus* in Siedlungen am häufigsten zu sein (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 156). *Apodemus alpicola* hingegen wurde hauptsächlich im Wald und in Heidestrukturen gefangen. Abbildung 16 zeigt, dass die beiden Arten bislang nie am gleichen Standort nachgewiesen wurden. Die Nachweise der nicht näher bestimmten Tiere zeigen mit einem Drittel der Nachweise wie *Apodemus alpicola* einen Schwerpunkt in den Wäldern, ansonsten allerdings eine eher heterogene Verteilung, was die Opportunitätsthese unterstützt.

Auffällig ist, dass kein einziger *Apodemus*-Fund in den Mooren und Vernässungen der Alp Flix gelang, obwohl diese recht häufig befangen wurden. Dies könnte auf eine Ablehnung nasser Standorte mit Staunässe durch *Apodemus*-Arten hindeuten, da diese Gebiete nicht zum Graben unterirdischer Gänge geeignet sind.

Betrachtet man die näheren Fundortbeschreibungen in der Datenbank, so ist erkennbar, dass *Apodemus alpicola* in acht von 13 Fällen an Bachufern oder in Bachnähe gefangen wurde. *Apodemus sylvaticus* wurde zweimal entlang eines Baches gefangen und einmal an einer Trockenmauer. Von den nicht weiter bestimmten Exemplaren wurde ebenfalls eines am Bachufer und acht an Trockenmauern gefangen. Briner und Müller (2005) äußerten im Anschluss an ihre Untersuchungen auf der Alp Flix in den Jahren 2003 und 2004 die Vermutung, dass Strukturen wie Bäche oder Steinmauern wichtige Leitlinien für Kleinsäuger im Gelände darstellen. Sie verzeichneten entlang dieser Strukturen überdurchschnittliche Fangerfolge (Briner & Müller, 2005, S. 49).

Zur Höhenverbreitung der eindeutig einer Art zugeordneten Exemplare lässt sich aufgrund der geringen Fangzahlen und dem heterogenen Fangaufwand in den Höhenstufen keine belastbare Aussage treffen, außer, dass die Arten in den für sie typischen Höhenstufen nachgewiesen wurden. Marchesi et al. (2014) konnten bei ihren Untersuchungen oberhalb von 2100 m ü. M. nur noch Vertreter von *Apodemus alpicola* nachweisen. Die Funde konzentrierten sich dabei auf eine Höhe von 2100 bis 2200 m und auf Bachufer und Weiden. *Apodemus sylvaticus* konnte nicht mehr nachgewiesen werden. Die Autoren äußern daher die These, dass *Apodemus alpicola* in der subalpinen Stufe zur dominierenden Art wird (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 155). Abbildung 16 zeigt die *Apodemus*-Nachweise im Untersuchungsgebiet.



Kartenbearbeitung: Bettina Fischer; Hintergrundkarte: (c) swisstopo, Landeskarte (grau)

Abbildung 16: Nachweise von *Apodemus alpicola*, *Apodemus sylvaticus* und *Apodemus spec.*

5.5 ROTZAHNSPITZMÄUSE (*Sorex spec.*)

Neben den bereits in Kapitel 5.1 bereits ausführlich behandelten Waldspitzmäusen *Sorex araneus* wurden im Untersuchungsgebiet noch weitere Vertreter der Rotzahnspitzmäuse gefangen, darunter *Sorex alpinus* und *Sorex minutus* und 24 weitere Tiere, die nur bis auf Gattungsebene bestimmt wurden. Aufgrund der geringen Nachweiszahlen werden sie in einem gemeinsamen Kapitel behandelt.

Sorex alpinus wurde insgesamt fünfmal nachgewiesen, dreimal in 2002 und je einmal in 2003 und 2009. Drei Tiere stammen aus dem Keller eines Wohnhauses, eines wurde in einer

Goldhaferwiese in Siedlungsnähe und eines im Borstgrasrasen an einem Bachufer gefangen. Die Funde lagen zwischen 1977 und 2091 m Höhe.

Sorex minutus wurde viermal gefangen. Je ein Tier konnte in 2002 und 2003 und zwei Tiere in 2019 gefangen werden. Alle Tiere wurden nach äußerem Merkmalskomplex bestimmt. Die Funde liegen recht regelmäßig verteilt auf Meereshöhen zwischen 1905 und 1970 m. Ein Tier stammt aus der Nähe eines Weihers in einem Fichtenwald, eines aus dem Hochmoor, ein weiteres wurde an einem Bachufer in Grasheide auf Silikat gefangen und der letzte Fang gelang in einem Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchgestrüpp im Moor.

Die 24 nicht näher bestimmten Exemplare stammen überwiegend aus Fangaktionen im Jahr 2017. Ein weiteres ist eine Schenkung aus dem Jahr 2002 (wurde im Keller eines Wohnhauses gefangen und in Alkohol konserviert) und drei Nachweise stammen aus dem Jahr 2009. Eines der Tiere von 2009 stammt aus einem Borstgrasrasen, die anderen beiden aus der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide. Alle Exemplare wurden an Bachufern gefangen. Die Tiere aus den Fangaktionen 2017 wurden überwiegend an Trockenmauern nachgewiesen: in Alpenampferbeständen (1), Braunseggenrieden (2) und in Goldhaferwiesen (9). Ein Tier stammt aus einem Fichtenwald, ein weiteres wurde in der Felsvegetation eines von Wiese umgebenen Felsens gefangen und sechs Tiere in einer mit Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide bestandenen Blockhalde mit Bach. Die Fundorte liegen zwischen 1910 und 2099 m Meereshöhe.

Diskussion

Sorex alpinus ist leicht von anderen Spitzmäusen zu unterscheiden, weshalb sie auch ohne genetische Analysen meist zweifelsfrei im Feld bestimmt werden kann (Canalis, 2013, S. 44). Sie zeigt ein stenökes Verhalten und benötigt einen feucht-kühlen, felsigen Lebensraum, welchen sie in Nadel- oder Buchenwäldern, sowie in Alpenrosen- und Erlegebüschchen und seltener auf alpinen Rasen findet. Sie bevorzugt weiters Schluchten und tief eingeschnittene Bachufer mit gut beschatteten und dicht bewachsenen Ufern. Ab und zu besiedelt sie auch verfallene Almhütten oder Trockenmauern (Canalis, 2013, S. 45). In Gebäuden ist sie vor allem im Winter anzutreffen. In hohen Lagen auch in Blockfeldern. Sie kommt im gesamten Alpenraum regelmäßig vor, gilt jedoch als relativ selten, da sie selten in größeren Populationen vorkommt (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 24). Die wenigen Nachweise auf der Alp Flix bestätigen diese Angabe. Die Fänge im Siedlungsbereich stammen aus den Monaten Oktober und November, was sich ebenfalls mit den Literaturangaben deckt. Auch der Fund am Bachufer im Borstgrasrasen entspricht den bekannten Lebensraumansprüchen. Marchesi et al. (2014) konnten *Sorex alpinus* auf der Alp Flix bis in eine Höhe von 2500 m ü. M. feststellen, wobei sie Bachufer und Geröllstrukturen bevorzugte.

In den Bergwäldern im Karwendel zeigten alle Fundpunkte das bevorzugte feucht-kühle Mikroklima, aber auch hier wurde *Sorex alpinus* nur selten nachgewiesen (Jerabek & Reiter, 2003, S. 250). Im Hohen Tauern wurden ebenfalls nur wenige Exemplare gefangen. Diese wurden in der Nähe zu Bachläufen in Blockfeldern und Zwergstrauchheiden und in anthropogenen Strukturen nachgewiesen, die lokal hohe Feuchtigkeit aufwiesen (Reiter & Winding, 1997, S. 110; Jerabek & Winding, 1999, S. 137). Auch im Piffkar kommt die Art nur selten vor (Slotta-Bachmayr, Lindner, & Winding, 1999, S. 197).

Die Zwergspitzmaus *Sorex minutus* zeigt ähnliche Lebensraumsprüche wie *Sorex alpinus*. Auch sie ist in kühlen, schattigen Umgebungen anzutreffen und bevorzugt feuchte Lebensräume, weshalb sie in großen Wäldern, an Bach- und Flussufern mit dichter Vegetation und in höheren Lagen auch in Mooren und anderen Standorten mit Staunässe zu finden ist. Im Feld ist sie aufgrund ihrer geringen Größe leicht mit den Jungtieren anderer Spitzmausarten zu verwechseln. Die Zwergspitzmaus ist ein territorialer Einzelgänger und eine der aggressivsten Spitzmausarten (Canalis, 2013, S. 50 f.). Sie ist an dichte Vegetation gebunden, da sie überwiegend überirdisch jagt, zeigt ansonsten allerdings ähnliche Habitatspräferenzen wie *Sorex araneus*, ist aber immer viel seltener anzutreffen als diese. Es wird vermutet, dass die Vorkommen von *Sorex minutus* stark unterschätzt werden, weil sie aufgrund ihrer Größe aus vielen Fallentypen entweichen kann oder den jeweiligen Schließmechanismus aufgrund ihres geringen Gewichts nicht auslöst. Viele Nachweise sind daher Zufallsfunde wie in Insektenfallen oder Gefäßen aller Art (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 22)

Auch auf der Alp Flix wurde die Zwergspitzmaus nur ausgesprochen selten gefangen. Die Funde in Gewässernähe und im Moor entsprechen den Ansprüchen an einen feuchten Lebensraum und der Toleranz von Staunässe. Im Piffkar wurde in drei Jahren nur ein einziges Exemplar im Waldbereich knapp über 1800 m gefangen (Slotta-Bachmayr, Lindner, & Winding, 1999, S. 197). Auf der Alp Flix konnte sie auch in höheren Lagen noch gefangen werden, im Hohen Tauern sogar bis auf eine Höhe von 2250 m, wobei es sich nach Vermutung der Autoren dabei um wandernde Jungtiere gehandelt haben dürfte. Alle Tiere wurden an Bachläufen respektive in einem Blockfeld gefangen. Die Autoren gehen daher davon aus, dass die Bäche als lineare Strukturen die Funktion von „Ausbreitungswegen“ erfüllen, die den wandernden Tieren Schutz bieten können (Reiter & Winding, 1997, S. 109). Aus der Steiermark ist ein syntopes Vorkommen mit *Sorex araneus* in Lebensräumen mit dichtem Unterwuchs und kühl-feuchtem Bodenklima mehrfach belegt (Komposch, 2003, S. 135). 2019 konnten auch auf der Alp Flix Vertreter von *Sorex araneus* und *Sorex minutus* an den gleichen Fangplätzen nachgewiesen werden. Es gibt also Bereiche, an denen beide Arten gleichzeitig vorkommen, jedoch war *Sorex araneus* an beiden Fangplätzen zahlenmäßig mit 2:1 und 6:1 Exemplaren deutlich überlegen (siehe auch

Abbildung 17). In Probeflächen am Ritten konnten zu Beginn der Untersuchungen mithilfe von Bodenfallen mit 26 Zwergspitzmäusen noch vergleichsweise viele Tiere gefangen werden. Obwohl dieselben Fallen auch in den folgenden Jahren eingesetzt wurden, gelangen im Anschluss weniger Fänge. Grund dafür könnte nach Meinung der Autorinnen neben den starken interannuellen Schwankungen in Spitzmauspopulationen auch die verstärkte Interaktion mit der konkurrenzstärkeren Art *Sorex araneus* sein (Ladurner & Cazzolli, Kleinsäuger-Erhebung am Ritten (Südtirol, Italien): Artenspektrum, Habitatnutzung, Kletterverhalten, 2002, S. 190). Da *Sorex araneus* im Untersuchungsgebiet der Alp Flix die häufigste nachgewiesene Kleinsäugerart ist, die darüber hinaus über viele Lebensräume verteilt auftritt, könnte diese Konkurrenzsituation auch auf der Alp Flix ein Grund für die geringen Fangzahlen von *Sorex minutus* sein.

Ein gleichzeitiges Auftreten von *Sorex minutus* und *Sorex alpinus* wiederum konnte auf der Alp Flix trotz ähnlicher Lebensraumansprüche bislang nicht festgestellt werden. Jedoch zeigen sich Überschneidungen zwischen *Sorex alpinus*, *Sorex araneus* und nicht näher bestimmten *Sorex*-Exemplaren am Bach oberhalb von Tga d'Meir (siehe Abbildung 17).

Die 24 weiteren Exemplare von *Sorex* gehören wie bereits in Kapitel 5.1 erläutert mit hoher Wahrscheinlichkeit zu *Sorex araneus* oder es handelt sich um Exemplare, bei denen nicht eindeutig bestimmbar war, ob es sich um Jungtiere oder um einen Vertreter von *Sorex minutus* handelt. Weitere Verwechslungsgefahr besteht zwischen den Schwesterarten *Sorex araneus*, *Sorex antinorii* und *Sorex coronatus*, wobei letztere bislang in Graubünden noch nicht nachgewiesen wurde (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 21) und Hinweise auf *Sorex antinorii* auf der Alp Flix belang fehlen (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 150). Die Tiere zeigen einen Verbreitungsschwerpunkt in Goldhaferwiesen und Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheiden. Dies deckt sich mit den Funden von *Sorex araneus*, die ebenfalls zu großen Anteilen in diesen beiden Vegetationseinheiten nachgewiesen wurden. Dass ein großer Teil der Funde in anthropogenen Strukturen wie Trockenmauern und Siedlungen gelang, spricht ebenfalls für die These, dass ein Großteil der Exemplare *Sorex araneus* zuzuordnen ist und es sich nicht um wie Jungtiere aussehende Exemplare von *Sorex minutus* handelte. Da jedoch kein einziges der als *Sorex spec.* angesprochenen Tiere genetisch untersucht wurde und von den im Untersuchungsgebiet gefangenen *Sorex araneus* bis auf eine Ausnahme ebenfalls kein Tier genetisch oder schädelmorphometrisch untersucht wurde, kann ein Vorkommen von *Sorex antinorii* unterhalb der von Marchesi et al. (2014) untersuchten alpinen Zone nicht endgültig ausgeschlossen werden.

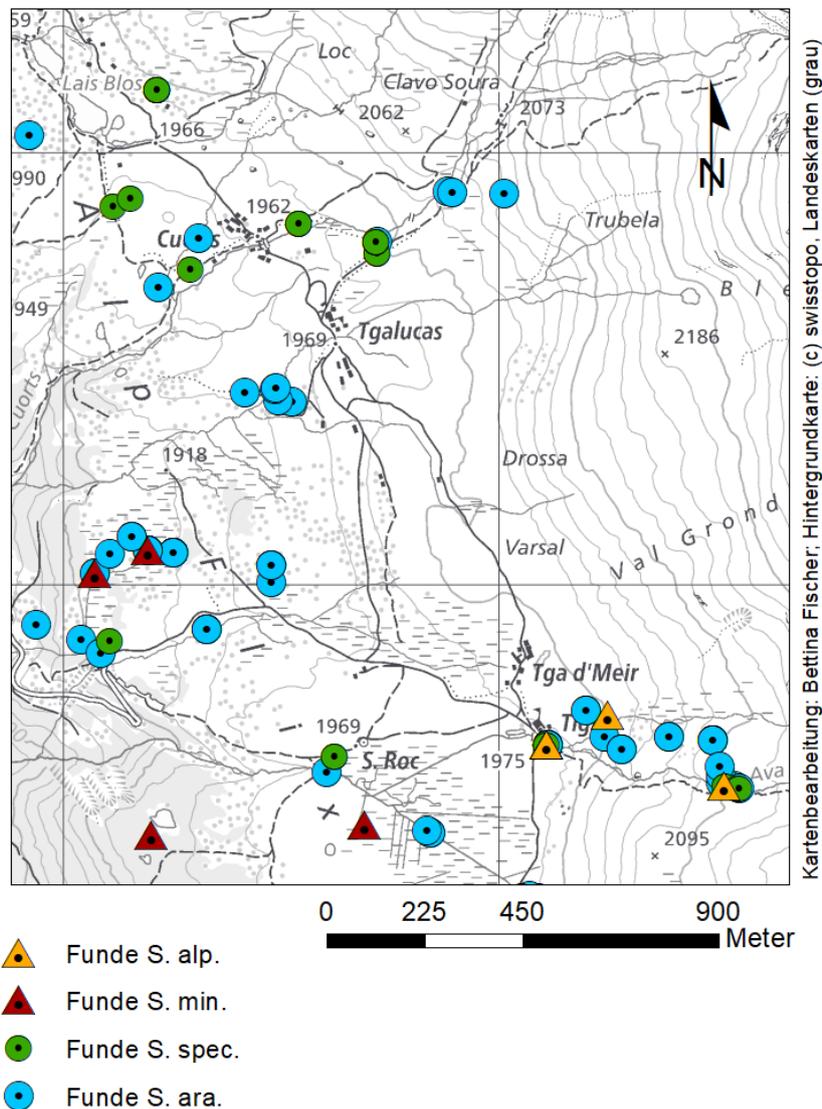


Abbildung 17: Nachweise von *Sorex*-Arten im Untersuchungsgebiet

5.6 FELDMÄUSE (*MICROTUS SPEC.*)

Da im Untersuchungsgebiet sowohl *Microtus subterraneus* (ehem. *Pitymys subterraneus*) als auch *Microtus arvalis* nachgewiesen wurden und die beiden Arten in bestimmten Lebensräumen konkurrieren (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 120), werden sie in einem gemeinsamen Kapitel behandelt.

Die als Kurzohrmaus oder als Kleinwühlmaus bezeichnete Art *Microtus subterraneus* wurde im Untersuchungsgebiet 19-mal nachgewiesen, was etwa sechs Prozent der Gesamtfänge entspricht. Sie wurde im Laufe der Jahre immer wieder vereinzelt gefangen, wobei sich die Nachweise auf einen Bereich zwischen 1900 und 2100 m ü. M. konzentrieren. Sie wurde in insgesamt 11 Vegetationseinheiten gefunden. Fünfmal in Borstgrasrasen, dreimal in Borstgrasweiden, je zweimal in Grasheiden auf Silikat und im Grünerlengebüsch sowie vereinzelt

in Alpenrosen-Heidenbeer-Zwergstrauchheide, Blockschutthalden, im Fichtenwald, im Hangmoor, auf Nasswiesen und in der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide. Bei zehn Funden ist in der Datenbank vermerkt, dass diese an Bachufern gelangen.

Microtus arvalis wurde mit 17 Fängen ähnlich häufig nachgewiesen wie *Microtus subterraneus*. Während *Microtus subterraneus* bereits im ersten Jahr der Fangaktivitäten auf der Alp Flix nachgewiesen werden konnte, wurde der erste Nachweis von *Microtus arvalis* erst im Jahr 2002 erbracht. Im Jahr darauf wurde *Microtus arvalis* sogar insgesamt 10-mal gefangen. In den folgenden Jahren gelangen nur noch vereinzelt Nachweise. Die 2003 gefangenen Exemplare wurden mittels Schädelpräparat bestimmt, die restlichen Vertreter anhand ihres äußeren Merkmalkomplexes. *Microtus arvalis* konnte in insgesamt sechs Vegetationseinheiten nachgewiesen werden. Acht Fänge gelangen in Borstgrasweiden, drei in Alpenampferbeständen, zwei in Goldhaferwiesen und im Hangmoor / Quellhorizont sowie je ein Exemplar in der Nasswiese und der Wacholder-Zwergstrauchheide. Wie schon bei *Microtus subterraneus* wurden viele Fänge – hier acht an der Zahl – an Bachufern verzeichnet. Die Funde verteilen sich auf Meereshöhen zwischen 1820 und 2050 m.

Diskussion

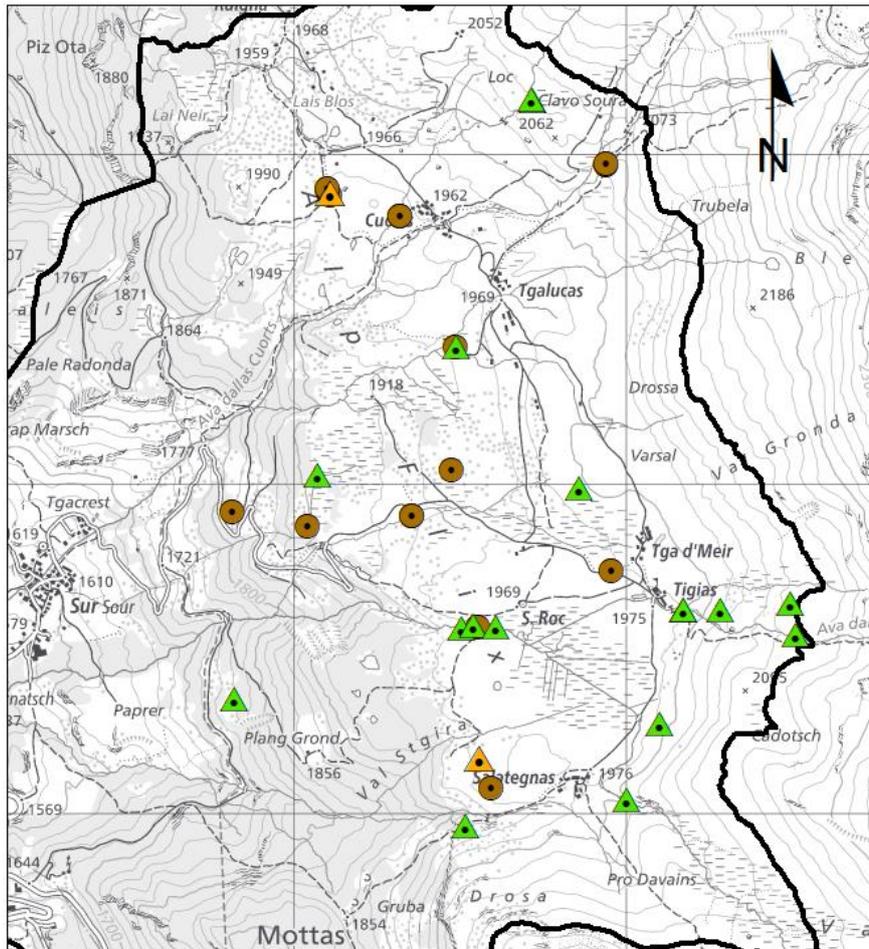
Microtus subterraneus besiedelt Grasländer oberhalb der Baumgrenze und lichte Nadelgehölze mit ausreichender Bodendeckung durch krautige oder buschige Vegetation und durch Steinhäufen (Canalis, 2013, S. 167). Auf Wiesen und Weiden kann es zur Konkurrenz mit der Feldmaus (*Microtus arvalis*) kommen. In diesem Fall weicht die konkurrenzschwächere *Microtus subterraneus* offenbar auf Randstandorte und feuchte Gebiete aus, welche die Feldmaus nicht mehr besiedelt (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 120).

Die Bevorzugung von krautiger und buschiger Vegetation oberhalb der Baumgrenze durch *Microtus subterraneus* zeigt sich auch auf der Alp Flix. Sie zeigt einen Verbreitungsschwerpunkt in den Borstgrasweiden und -rasen, in Zwergstrauch- und Grasheiden sowie in Grünerlengebüschen oberhalb von 1900 m. Der Nachweis im Fichtenwald gelang unter einem Wurzelstock auf einer Lichtung. Der Nachweis in der Blockschutthalde gelang an einem Bach, ebenso der Nachweis in der Nasswiese. Das Grünerlengebüsch wurde als feucht beschrieben. Damit wurde *Microtus subterraneus* an insgesamt 14 Fundpunkten in unmittelbarer Nähe zu Gewässern oder zumindest an feuchten Standorten nachgewiesen. Dies deckt sich mit den Angaben aus der Literatur.

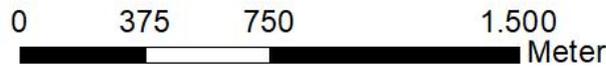
Alpine Rasen und Weiden und offene Landschaften gelten als bevorzugte Lebensräume von *Microtus arvalis* in höheren Lagen. In manchen Teilen ihres Areal ist sie auch in Mooren anzutreffen, während sie in anderen Gebieten hauptsächlich gut drainierte Böden bevorzugt

(Canalis, 2013, S. 158). So geben Müller et al. (2010) für Graubünden eher eine Bevorzugung von trockenen Böden an. Die Feldmaus gilt als Schlüsselart in Grünlandökosystemen, da sie wichtigstes Beutetier von Greifvögeln und Kleinraubtieren ist (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 123).

Auf der Alp Flix zeigt *Microtus arvalis* wie *Microtus subterraneus* einen Verbreitungsschwerpunkt in den Borstgrasweiden (wobei *Microtus subterraneus* in den Borstgrasrasen häufiger ist) und zusätzlich in Alpenampferbeständen. Entgegen der Angaben in der Literatur wurde *Microtus arvalis* auf der Alp Flix analog zu *Microtus subterraneus* überdurchschnittlich häufig an feuchten Standorten gefangen. So liegen sechs Fangplätze in den Borstgrasweiden an Bachufern, sowie weitere zwei Fangplätze im Hangmoor am Ufer eines Baches und ein weiterer in der Nasswiese, sodass insgesamt neun von 17 Fängen in feuchten Gebieten gelangen. Die Karte in Abbildung 18 zeigt, dass *Microtus arvalis* und *Microtus subterraneus* sogar stellenweise syntop an den gleichen Orten nachgewiesen werden konnten, so zum Beispiel südwestlich von Tgalucas und am Bach westlich von Son Roc. Die Funde stammen jeweils aus dem gleichen Jahr. Offenbar scheint zwischen den beiden *Microtus* Arten im Untersuchungsgebiet keine verstärkte Konkurrenz zu bestehen. Dies könnte auf die geringen Populationsgrößen zurückzuführen sein, von denen anhand der recht geringen Fangzahlen ausgegangen werden kann. Müller stellte in seinem Untersuchungsgebiet an einem Churer Nordhang fest, dass *Microtus subterraneus* hauptsächlich dort vorkam, wo *Microtus arvalis* fehlte. An einer Stelle fand jedoch auch er „Baue der beiden Arten in nur 20 m Entfernung“ (Müller, 1972, S. 281).



Kartenbearbeitung: Bettina Fischer; Hintergrundkarte: (c) swisstopo, Landeskarten (grau)



- ▲ Funde *M. spec.* — Grenze des Untersuchungsgebietes
- ▲ Funde *M. sub.*
- Funde *M. arv.*

Abbildung 18: Karte der Nachweise von *Microtus arvalis* und *Microtus subterraneus* im Untersuchungsgebiet

Sowohl die Feldmaus als auch die Kleinwühlmaus besiedeln auf der Alp Flix häufig feuchte Standorte, insbesondere Bachufer. In höheren Lagen der Alp Flix wurden größere Populationen von *Microtus subterraneus* nachgewiesen, als im Untersuchungsgebiet. Die Art wurde oberhalb von 2100 m vor allem an dicht bewachsenen Bachufern nachgewiesen und in großen Zahlen bis 2400 m Meereshöhe (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 143). Diese tendenzielle Dominanz von *Microtus subterraneus* in höheren Lagen zeichnet sich bereits im Untersuchungsgebiet ab, z. B. anhand der Funde in den Hängen östlich von Tigias und Salategnas. Auch *Microtus arvalis* kommt oberhalb der Alp Flix bis in hohe Höhen vor. Dort zeigt sie ebenso wie in den tieferen

Lagen eine tendenzielle Bevorzugung von offenen Weideflächen, kommt aber immer wieder auch an Bachufern vor (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 151).

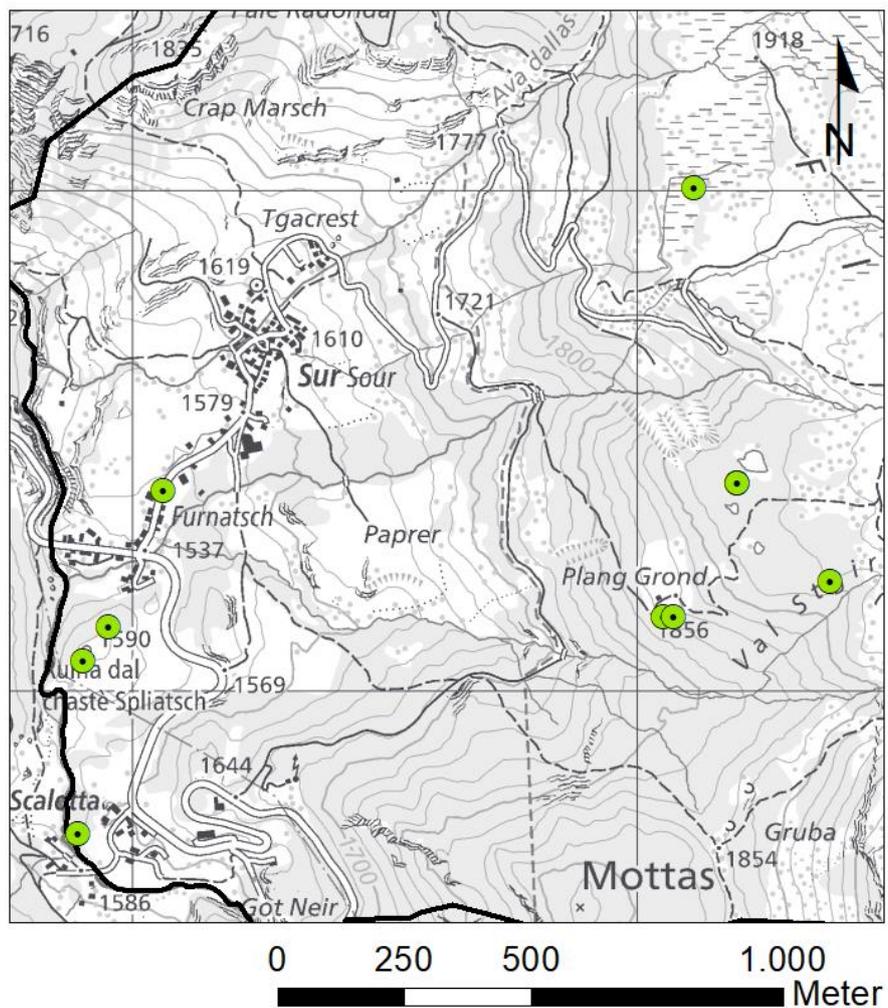
5.7 GARTENSCHLÄFER (*ELIOMYS QUERCINUS*)

Der Gartenschläfer wurde auf der Alp Flix mit zehn Fängen im Laufe der Jahre immer wieder vereinzelt nachgewiesen. Er wurde zwischen 1550 und 1940 m ü. M. nachgewiesen, jedoch mit einer recht großen Verbreitungslücke zwischen 1600 und 1850 m Meereshöhe. Sechs Nachweise stammen aus dem Fichtenwald, einer aus dem Lärchen-Fichtenwald und ein weiterer aus dem Lärchenwald. Ein einzelner Fund gelang in einer Siedlung und ein weiteres Tier wurde im Trocken- und Steppenrasen gefunden. Der Fundort in der Siedlung liegt im Dorf Sur. Der Fundort im Trocken- und Steppenrasen liegt in direkter Nähe zum Lärchen-Fichtenwald bzw. Lärchenwald, aus dem weitere Funde stammen. Alle diese Fundpunkte liegen im Bereich der Talsohle. Die übrigen Nachweise stammen aus Fichtenwäldern oberhalb von 1800 m.

Diskussion

Eliomys quercinus lebt vorwiegend in Wäldern der montanen bis subalpinen Stufe und bevorzugt warme, trockene Waldstandorte mit felsigen Elementen und wenig Bodenvegetation. Er ist bis auf über 2000 m in ganz Graubünden weit verbreitet. Er sucht häufiger den Boden auf, als die übrigen Schläferarten (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 96), weshalb er auch mit am Boden platzierten Lebendfallen nachgewiesen werden kann. Gelegentlich sucht er auch in Trockenmauern oder menschlichen Behausungen nach Nahrung und Unterschlupf (Canalis, 2013, S. 146). Damit entsprechen die Fundplätze auf der Alp Flix den bekannten Lebensraumsansprüchen des Gartenschläfers. Müller (1972) wies Gartenschläfer ebenfalls an Standorten in mäßig-trockenen Fichtenwäldern und im Fichten-Weißtannenwald nach. Er vermutete anhand seiner Fangergebnisse, dass der Gartenschläfer „möglicherweise zu gewissen Zeiten in Gruppen vorkommt. Diese sind vermutlich ungleichmäßig über seinen gesamten Lebensraum verteilt. Die Häufigkeiten des Gartenschläfers an einzelnen Fangplätzen sind damit stark zufallsabhängig“ (Müller, 1972, S. 273).

Die scheinbare Verbreitungslücke in den Höhenstufen könnte einerseits auf den geringen Fangaufwand in ebendiesen zurückzuführen sein, andererseits darauf, dass der Höhenbereich zwischen 1600 und 1850 m von den tieferen Lagen rund um Sur geprägt ist, in denen Fettwiesen und Trockenrasen dominieren und in denen der Gartenschläfer keine geeigneten Lebensräume vorfindet.



Kartenbearbeitung: Bettina Fischer; Hintergrundkarte: (c) swisstopo, Landeskarten (grau)

● Funde *E. que.* — Grenze des Untersuchungsgebietes

Abbildung 19: Nachweise von *Eliomys quercinus* im Untersuchungsgebiet

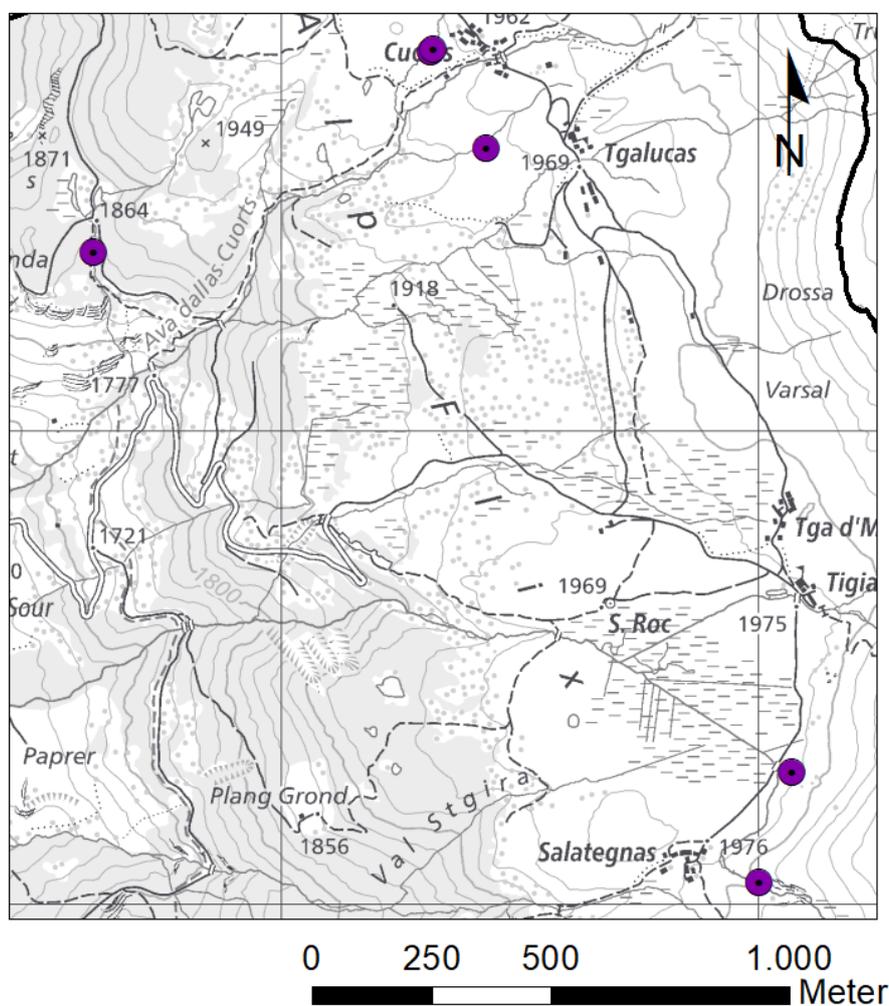
5.8 WASSERSPITZMAUS (*NEOMYS FODIENS*)

Neomys fodiens wurde auf der Alp Flix zwischen 1850 und knapp 2000 m Meereshöhe sechsmal nachgewiesen. Die Funde stammen aus den Jahren 2001, 2003 und 2019 und verteilen sich auf die folgenden Vegetationseinheiten: Hangmoor/ Quellhorizont (3), Fichtenwald (1), Goldhaferwiese (1) und Blockschutthalde/ Lockergesteinsvegetation (1). Alle Nachweise stammen von Bachufern.

Diskussion

Neomys fodiens zeigt noch stärkere Anpassungen an das Leben im Wasser als ihre Verwandte, die Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*). Sie lebt entlang von Bächen mit reichlich Ufervegetation und dominiert über die Sumpfspitzmaus, wenn beide Arten im gleichen Territorium vorkommen (Canalis, 2013, S. 54 f.). In geeigneten Lebensräumen ist die

Wasserspitzmaus stellenweise recht häufig und ist von den Tallagen bis oberhalb der Baumgrenze zu finden. Sie bevorzugt stehende oder fließende Gewässer mit strukturreichen Ufern und guter Wasserqualität und gilt deshalb als guter Zeiger für intakte Kleingewässer mit natürlichem Ufer, guter Wasserqualität und ausreichendem Vorkommen von im Wasser lebenden Insektenlarven (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 26). Ihr recht breites Vorkommen an verschiedenen Bächen der Alp Flix kann also als Hinweis auf die Güte der Kleingewässer im Untersuchungsgebiet gewertet werden. Marchesi et al. (2014) wiesen die Wasserspitzmaus in ihren Untersuchungen von 2100 bis 2500 m Meereshöhe ebenfalls ausschließlich in der Uferzone eines Baches nach. Sie konnte über alle Höhenstufen hinweg gefangen werden (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 151). Das Gebiet der Alp Flix scheint demnach in vielen Bereichen geeignete Lebensräume für die Wasserspitzmaus zu bieten.



Kartenbearbeitung: Bettina Fischer. Hintergrundkarte: (c) swisstopo. Landeskarten (grau)

● Funde *N. fod.* — Grenze des Untersuchungsgebietes

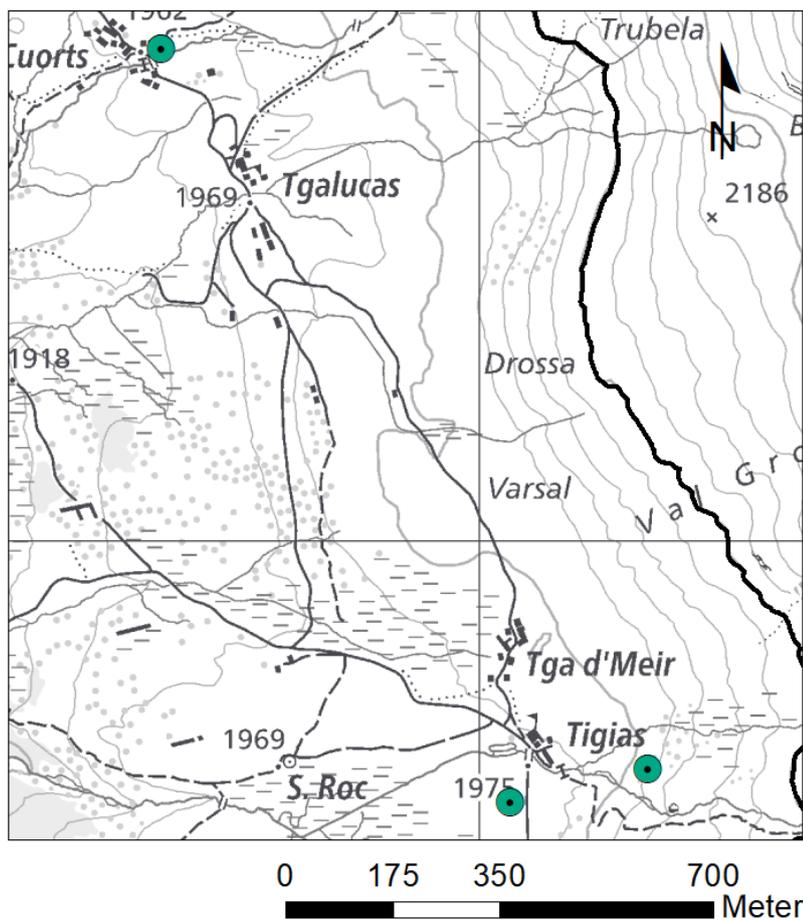
Abbildung 20: Nachweise von *Neomys fodians* im Untersuchungsgebiet

5.9 EUROPÄISCHER MAULWURF (*TALPA EUROPAEA*)

Der europäische Maulwurf geht mit drei Nachweisen in die Datenbank ein. Ein Exemplar wurde genetisch bestimmt. Die Tiere stammen aus Goldhaferwiesen und einem Grünerlengebüsch zwischen 1966 und 1970 m Höhe.

Diskussion

Der europäische Maulwurf besiedelt offene Flächen ebenso wie geschlossene Wälder und bevorzugt gut drainierte, tiefgründige Böden mit einer ausgeprägten Streuschicht (Canalis, 2013, S. 42). Er ist in Graubünden weit verbreitet und auch oberhalb der Waldgrenze anzutreffen. Die Unterscheidung vom Blindmaulwurf (*Talpa caeca*) ist bisweilen schwierig (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 34). Auch auf der Alp Flix ist *Talpa europaea* oberhalb der Waldgrenze verbreitet. Seine Anwesenheit ist indirekt auch durch die charakteristischen Maulwurfshügel erkennbar. Aufgrund der geringen Nachweiszahlen lassen sich keine Aussagen zu bevorzugten Lebensräumen treffen. Ebenso wenig kann ein theoretisches Vorkommen des Blindmaulwurfs ausgeschlossen werden. Da dieser aber meist parapatratisch getrennt vom Europäischen Maulwurf vorkommt (Müller, Jenny, Lutz, Mühlethaler, & Briner, 2010, S. 36) und das genetisch bestimmte Exemplar der Alp Flix dem Europäischen Maulwurf zugeordnet wurde, ist die Wahrscheinlichkeit recht gering, dass auch der Blindmaulwurf im Untersuchungsgebiet anzutreffen ist.



Kartenbearbeitung: Bettina Fischer; Hintergrundkarte: (c) swisstopo, Landeskarte (grau)

● Funde *T. eur.* — Grenze des Untersuchungsgebietes

Abbildung 21: Nachweise von *Talpa europaea* im Untersuchungsgebiet

6 KLEINSÄUGER IN DEN UNTERSUCHTEN VEGETATIONSEINHEITEN: ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Nachdem in Kapitel 5 die Verbreitung der festgestellten Kleinsäugerarten diskutiert wurde, soll der Fokus in diesem Kapitel auf den untersuchten Vegetationseinheiten liegen. Da diese wie in Kapitel 4.4 gezeigt nicht systematisch, sondern im Gegenteil recht willkürlich und heterogen befangen wurden, muss bei den Auswertungen immer der geringe Stichprobenumfang und der unterschiedliche Fangaufwand in den jeweiligen Vegetationseinheiten betrachtet werden.

6.1 ALLGEMEINE ERGEBNISSE

Fangaufwand in den Vegetationseinheiten

Von den 30 untersuchten Vegetationseinheiten wurden nur acht im Laufe der Jahre mit mehr als zehn Fangplätzen befangen. Dazu zählen der Fichtenwald mit 45 Fangplätzen, die Goldhaferwiese (24), die Wachholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide (19), die Hangmoore /

Quellhorizonte (19), der Lärchenfichtenwald (18), die Borstgrasweide (18), der Borstgrasrasen (14) und der Siedlungsbereich (13). Die wenigstens Fangplätze mit je nur einem Fallenstandort verzeichnen das Hochmoor, die Hochstaudenflur, das Kleinseggenried auf Karbonat, die Poa-Variante der Goldhaferwiese und der Violettschwingelrasen. Das Braunseggenried, die Fettwiese und der Rostseggenrasen wurden mit je nur zwei Fangplätzen befangen.

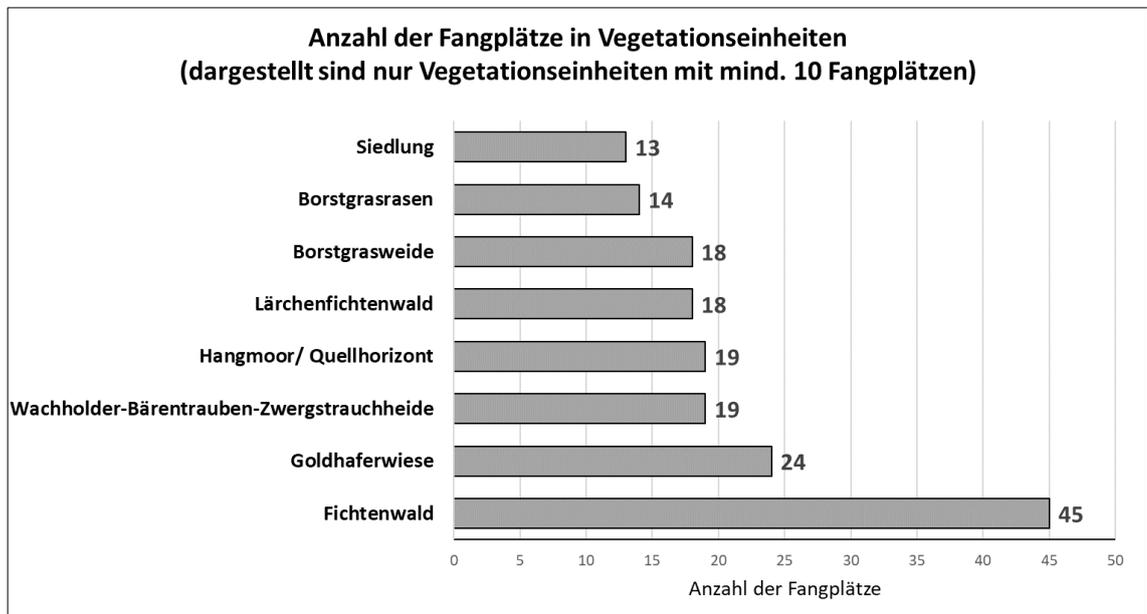


Abbildung 22: Anzahl der Fangplätze in den Vegetationseinheiten

In Kapitel 6.2 finden sich Verteilungskarten der Fangplätze in den Vegetationseinheiten mit mindestens zehn Fangplätzen.

Fangerfolg in den Vegetationseinheiten

Das folgende Diagramm zeigt die Anzahl der Funde und Fangplätze in den Vegetationseinheiten mit dem höchsten Fangerfolg. Aufgrund des bereits in Kapitel 4.4 erläuterten Zusammenhangs zwischen Fangaufwand und -erfolg ist es wenig überraschend, dass sich darunter alle Vegetationseinheiten befinden, die mit mehr als zehn Fangplätzen befangen wurden. Lediglich die Grasheiden auf Silikat und der Torfmoos-Bergföhrenwald mit sechs respektive sieben Fangplätzen fallen dabei aus dem Muster.

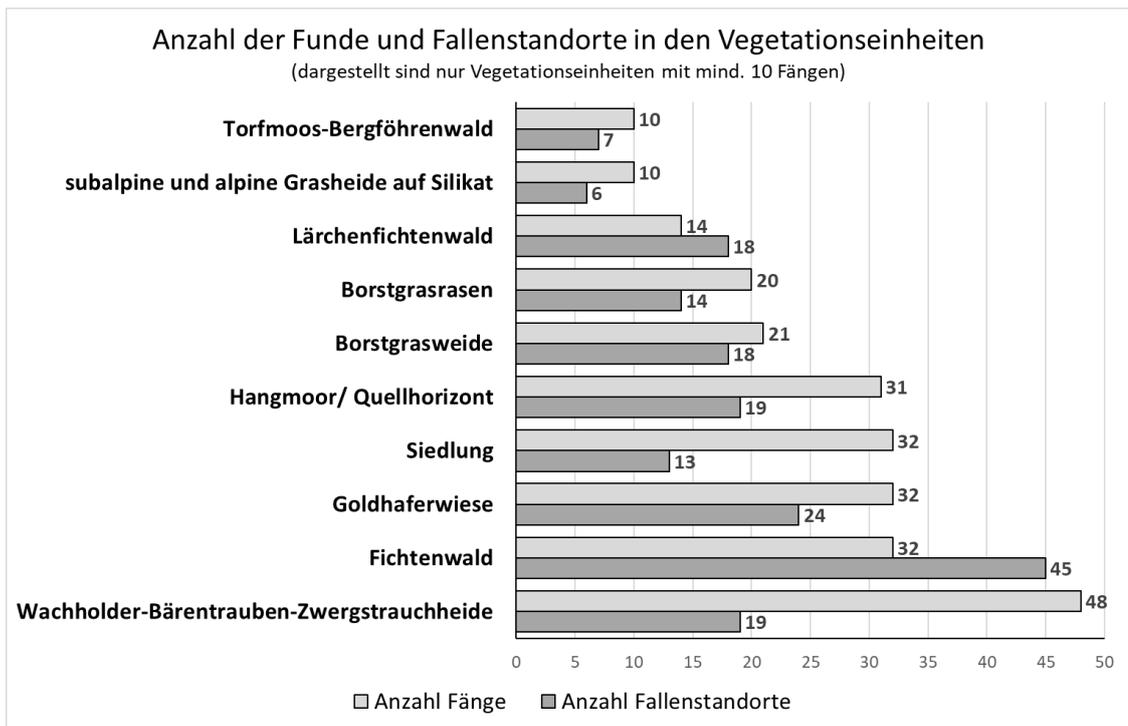


Abbildung 23: Anzahl der Funde und Fangplätze in den Vegetationseinheiten mit mind. zehn Fängen

Die folgende Tabelle wiederum zeigt Vegetationseinheiten, in denen mindestens ein Drittel der Fangplätze ohne jeglichen Fangerfolg blieben.

Tabelle 5: Vegetationseinheiten mit mind. zwei Fangplätzen ohne Fangerfolg

	Anzahl Fangplätze ohne Fangerfolg	Anzahl Fangplätze	Anteil erfolgreicher Fangplätze an allen Fangplätzen
Lärchenweide	3	3	100,00%
Mischfläche Hangmoor/ Borstgrasweide	1	1	100,00%
Kleinseggenried auf Karbonat	1	1	100,00%
Braunseggenried	1	2	50,00%
Rostseggenrasen	1	2	50,00%
Fichtenwald	22	45	48,89%
Trocken- und Steppenrasen	2	5	40,00%
Grünerlengebüsch	2	5	40,00%
Lärchenfichtenwald	6	18	33,33%
Borstgrasweide	6	18	33,33%
Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes	1	3	33,33%

So gelangen an drei Fangplätzen in der Lärchenweide nie Kleinsäugerfänge. Ebenso erfolglos blieben die einzelnen Fangplätze in einer Mischfläche aus Hangmoor und Borstgrasweide und in einem Kleinseggenried auf Karbonat. Im Fichtenwald, in dem insgesamt ein vergleichsweise hoher Fangerfolg erzielt werden konnte, gingen an insgesamt knapp der Hälfte der Fangplätze

keine Kleinsäuger in die Fallen. Auch im Lärchenfichtenwald und in der Borstgrasweide, in denen ähnlich dem Fichtenwald insgesamt bei hohem Fangaufwand auch viele Funde gelangen, konnten an einem Drittel der Fangplätze keine Kleinsäuger gefangen werden. An vielen der in Tabelle 5 gelisteten Vegetationseinheiten war der allgemeine Fangaufwand gemessen an Fangplätzen jedoch so gering, sodass sich aufgrund der geringen Stichprobengröße kaum verwertbare Aussagen treffen lassen. Es könnte sich um rein zufällige Ergebnisse handeln.

Artendiversität in den Vegetationseinheiten

Unter den Vegetationseinheiten mit der höchsten Kleinsäugerartendiversität finden sich erneut die Einheiten mit dem höchsten Fangaufwand. Auch die Grasheiden auf Silikat zeigen mit fünf verschiedenen Arten eine vergleichsweise hohe Kleinsäugervielfalt. Der Torfmoos-Bergföhrenwald, in dem ebenfalls insgesamt recht viele Fänge gelangen, findet sich in diesem Diagramm jedoch nicht wieder, da in ihm nur zwei verschiedene Arten nachgewiesen werden konnten. Eine hohe Artenvielfalt trotz vergleichsweise geringem Fangaufwand und -erfolg zeigen das Grünerlengebüsch und die Blockschutthalden und Lockervegetationen mit je vier verschiedenen Arten.

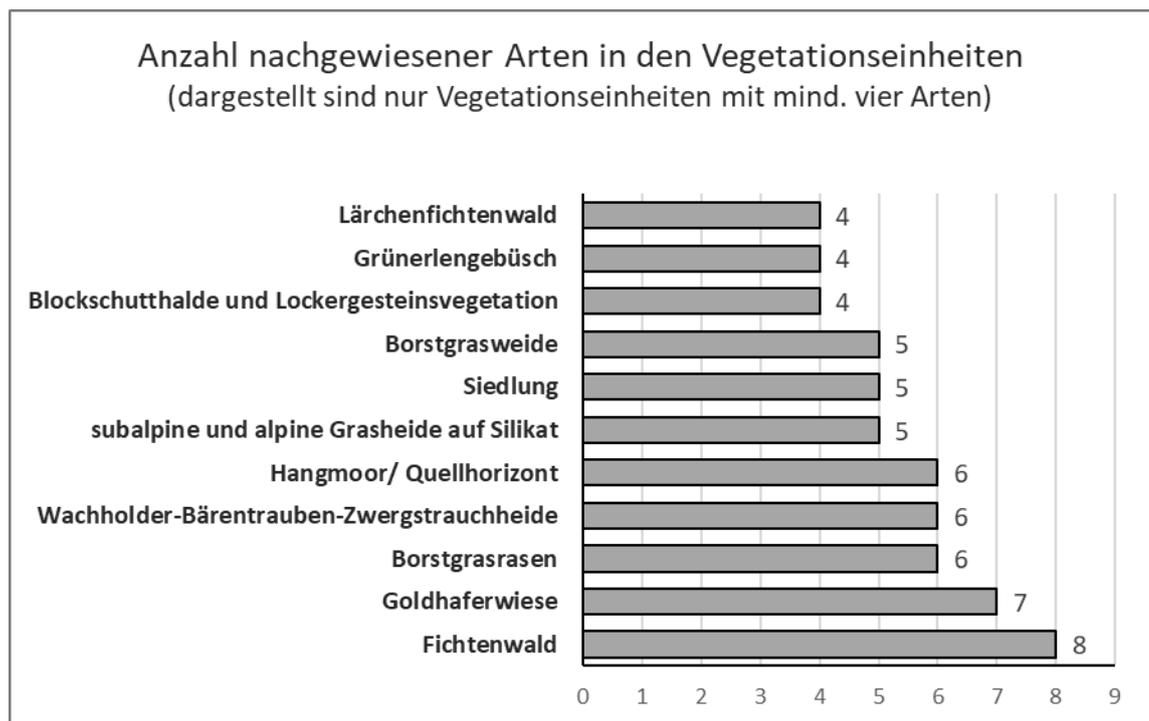


Abbildung 24: Anzahl nachgewiesener Kleinsäugerarten in den Vegetationseinheiten

6.2 FANGERGEBNISSE IN AUSGEWÄHLTEN VEGETATIONSEINHEITEN

Im Folgenden sollen die Vegetationseinheiten mit den höchsten Fangfolgen und der höchsten Kleinsäugerdiversität eingehender betrachtet werden.

Fichtenwald (Vaccinio-Piceetum)

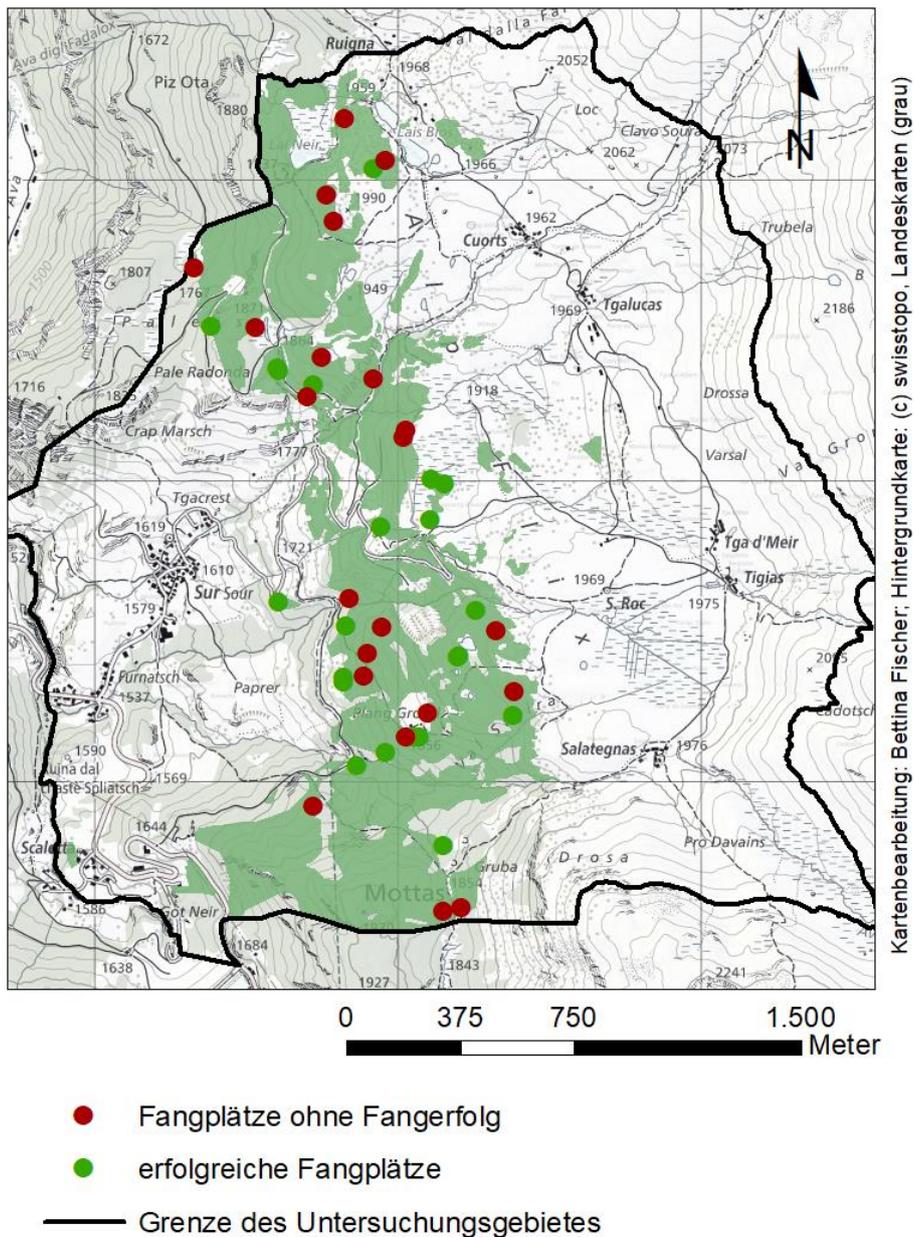


Abbildung 25: Fangplätze im Fichtenwald

Der Fichtenwald ist im Untersuchungsgebiet mit 20 Prozent Flächenanteil die flächenmäßig verbreitetste Vegetationseinheit (Achermann, 2016, S. 45). In einigen Teilen ist er so dicht, dass kaum Unterwuchs vorhanden ist, während an anderen Stellen Zwergsträucher, Hochstauden oder dichte Grasbestände vorkommen. „Als Fichtenwald wurden auch all jene Waldbestände kartiert, die aus einer regellosen Kombination von Fichten, Lärchen, Bergföhren, Grünerlen und Zwergsträuchern bestehen“ (Achermann, 2016, S. 55 f.). Die Vegetationseinheit wurde mit 45 Fangplätzen am häufigsten befangen. Trotz der mit fast 50 Prozent recht hohen Quote von erfolglosen Fangplätzen konnten insgesamt 32 Kleinsäuger im Fichtenwald gefangen werden. Diese verteilen sich auf acht der zwölf im gesamten Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten.

Damit ist er die Vegetationseinheit mit der höchsten Kleinsäugervielfalt. Tabelle 6 zeigt die Verteilung der Fänge auf die einzelnen Arten.

Tabelle 6: Artnachweise im Fichtenwald

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
4	7	1	0	6	0	0	1	7	1	0	3	1	1	0

Mit je sieben Exemplaren wurden *Myodes glareolus* und *Apodemus spec.* am häufigsten nachgewiesen. Beide gelten als recht opportunistische waldbewohnende Arten (siehe Kapitel 5.2 und 5.4) und scheinen in den Fichtenwäldern des Untersuchungsgebietes gute Bedingungen vorzufinden. Ebenso der Gartenschläfer (siehe Kapitel 5.7). Nicht nachgewiesen werden konnte *Chionomys nivalis*, die an felsigere Lebensräume gebunden ist (siehe Kapitel 5.3) und *Microtus arvalis* die bevorzugt offene Standorte besiedelt (siehe Kapitel 5.6). Die ebenfalls fehlenden Arten *Sorex alpinus* und *Talpa europaea* wurden insgesamt nur selten nachgewiesen, könnten aber entsprechend ihrer Lebensraumansprüche auch im Fichtenwald vorkommen (siehe Kapitel 5.5 und 5.9).

Goldhaferwiese (Polygono-Trisetetum flavescens)

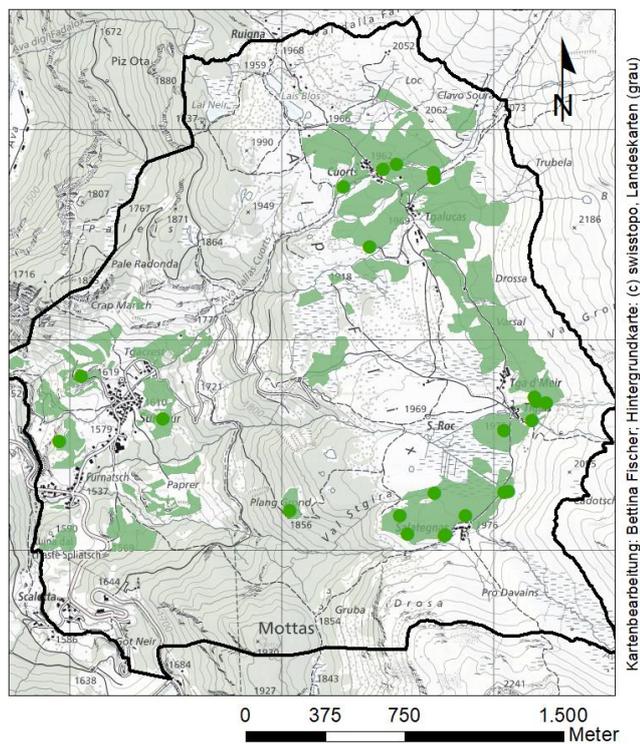


Abbildung 26: Fangplätze in Goldhaferwiesen

Goldhaferwiesen sind die Fettwiesen der hochmontanen und subalpinen Stufe und zeichnen sich durch einen dichten, geschlossenen, krautreichen Grasbestand aus, welcher zur Blütezeit

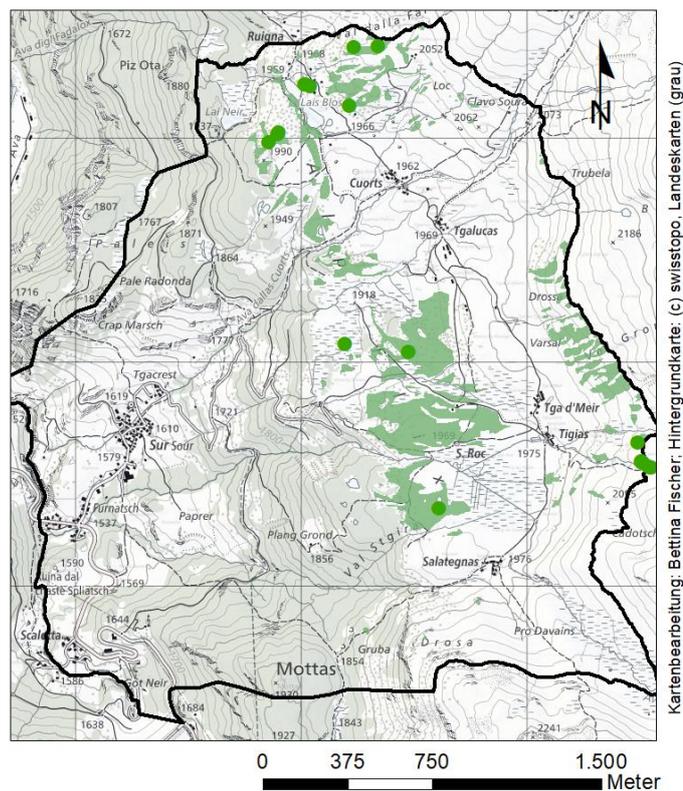
50–80 cm hoch ist (Achermann, 2016, S. 16). Sie stellen insgesamt 14,7 Prozent der Fläche des Untersuchungsgebiets und prägen große Anteile des flachen Alp-Plateaus (Achermann, 2016, S. 43, 46). Die Goldhaferwiesen wurden mit 24 Fangplätzen befangen, an denen insgesamt 32 Kleinsäuger nachgewiesen werden konnten. Sie zeigt mit sieben verschiedenen Arten eine ähnlich hohe Kleinsäugervielfalt wie die Fichtenwälder.

Tabelle 7: Artnachweise in der Goldhaferwiese

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
0	5	1	1	0	2	1	0	0	1	1	9	0	9	2

Mit je neun Exemplaren wurden in der Goldhaferwiese *Sorex araneus* und *Sorex spec.* am häufigsten nachgewiesen. *Sorex araneus* gilt als Struktur- und Habitatsgeneralist, sofern ausreichende Deckung durch Vegetation vorhanden ist (siehe Kapitel 5.1), welche sie in den dichten Goldhaferwiesen scheinbar ausreichend findet. Nicht nachgewiesen werden konnte die sonst häufige Rötelmaus. Sie kommt bevorzugt in Wäldern, Hecken und Gebüsch vor und weniger im Grünland (siehe Kapitel 5.2).

Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide (Junipero-Arctostaphyletum)



Kartenbearbeitung: Bettina Fischer. Hintergrundkarte: (c) swisstopo. Landeskarten (grau)

- Fangplätze in Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheiden
- Grenze des Untersuchungsgebietes

Abbildung 27: Fangplätze in Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheiden

Die Wacholder-Bärentrauben-Gesellschaft kommt vorwiegend an südexponierten, kalkarmen Standorten der subalpinen Stufe vor. Meist handelt es sich um ehemalige Waldbestände an der oberen Waldgrenze, welche durch Beweidung denaturiert wurden und inzwischen von Zwergstrüchern dominiert werden (Achermann, 2016, S. 17, 55). Im Untersuchungsgebiet bedeckt die Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide rund sieben Prozent der Fläche (Achermann, 2016, S. 46). Sie wurde im Laufe der Jahre an 19 Fangplätzen befangen. Mit 48 Kleinsäugernachweisen ist sie mit Abstand die am erfolgreichsten befangene Vegetationseinheit im Untersuchungsgebiet. Das nachgewiesene Artenspektrum umfasst sechs Arten.

Tabelle 8: Artnachweise in der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
2	3	0	0	0	1	0	1	14	0	0	18	1	8	0

Myodes glareolus und *Sorex araneus* dominieren als Strukturgeneralisten die Vegetationseinheit. Beide Arten bevorzugen Lebensräume mit ausreichender Deckung, die durch die Zwergsträucher gegeben ist (siehe Kapitel 5.1 und 5.2).

Hangmoor / Quellhorizont

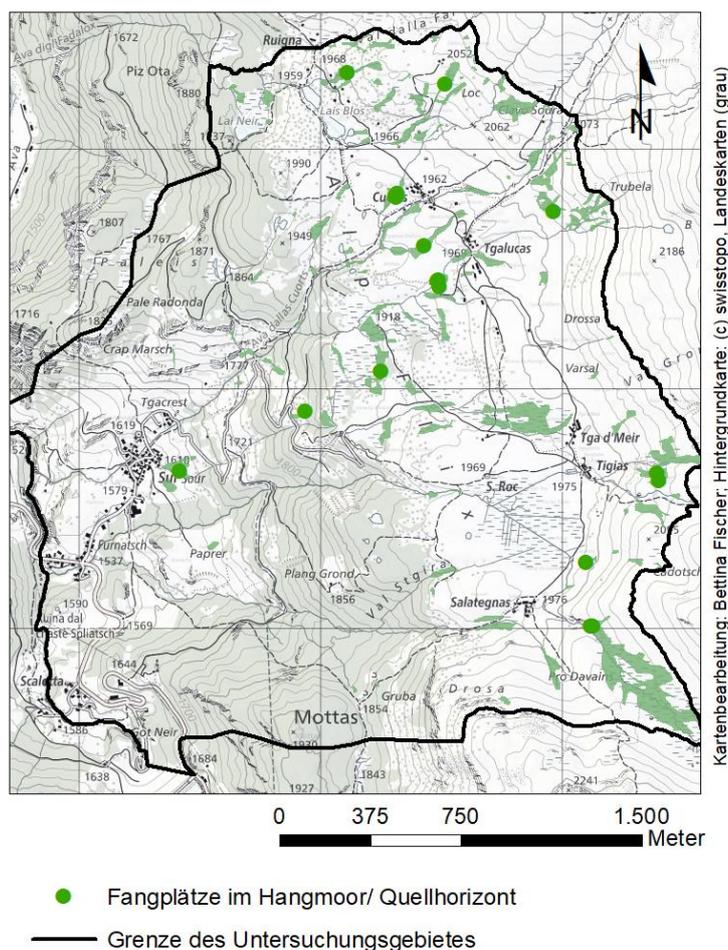


Abbildung 28: Fangplätze im Hangmoor/ Quellhorizont

Unter der formationskundlichen Einheit der Hangmoore und Quellhorizonte wurden alle Flachmoore mit deutlicher Hangneigung und Vernässungsgesellschaften an Quellaustritten zusammengefasst (Achermann, 2016, S. 13). Die Einheit macht rund 5 Prozent der Fläche der Alp Flix aus und die Hangmoore stellen den größten Anteil an Mooren im Gebiet (Achermann, 2016, S. 46). In diesen feuchten Lebensräumen wurden 19 Fallenstandorte platziert, an denen 31 Kleinsäuger aus sechs Arten nachgewiesen werden konnten.

Tabelle 9: Artnachweise in Hangmooren und Quellfluren

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
0	0	0	2	0	2	0	1	9	3	0	14	0	0	0

Wie schon die Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheiden werden die Hangmoore und Quellhorizonte von den beiden zahlenmäßig häufigsten Arten im Gebiet – *Sorex araneus* und *Myodes glareolus* – dominiert. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass die Rötelmausfänge im Hangmoor eher anderen Vegetationseinheiten in direkter Nähe zuzuordnen wären (siehe Kapitel 5.2). Erwähnenswert ist das Vorkommen von *Neomys fodiens*, die im gesamten Untersuchungsgebiet nur sechsmal nachgewiesen werden konnte, davon aber dreimal im Hangmoor. Sie ist an Gewässer mit hoher Güte gebunden (siehe Kapitel 5.8). Ihr gehäuftes Vorkommen in den Hangmooren und Quellfluren der Alp Flix zeigt also, dass es sich bei diesen um ökologisch intakte Lebensräume handelt.

Lärchenfichtenwald (Larici-Piceetum)

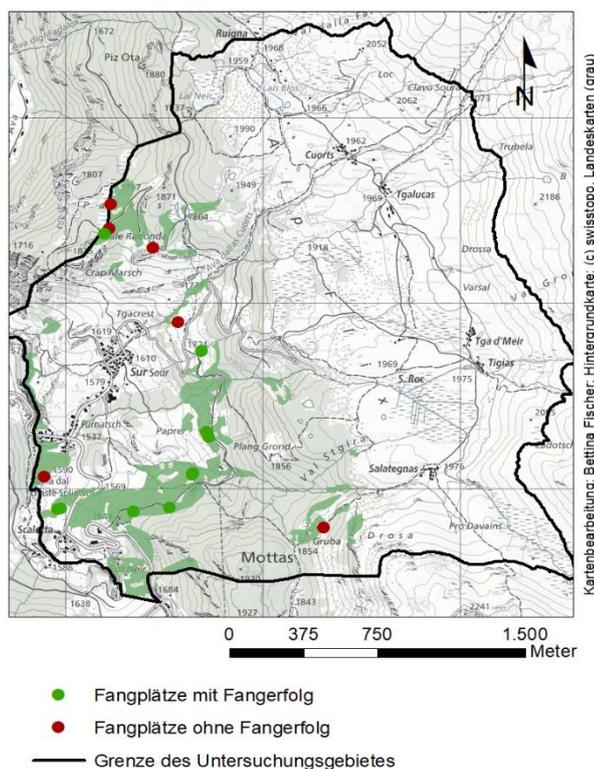


Abbildung 29: Fangplätze im Lärchenfichtenwald

Mischwälder aus Lärchen und Fichten bedecken sieben Prozent des kartierten Gebietes (Achermann, 2016, S. 45). In ihnen wurden 18 Fangplätze platziert, die jedoch nur 14 Kleinsäugernachweise erbrachten. Ein Drittel der Fangplätze blieb ohne Fangerfolg. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Lärchenfichtenwälder generell dünn mit Kleinsäugern besiedelt sind. Das Artenspektrum umfasst vier nachgewiesene Arten, wobei *Myodes glareolus* mit zehn von 14 gefangenen Tieren deutlich dominiert.

Tabelle 10: Artnachweise im Lärchenfichtenwald

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
1	1	0	0	1	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0

Borstgrasweide

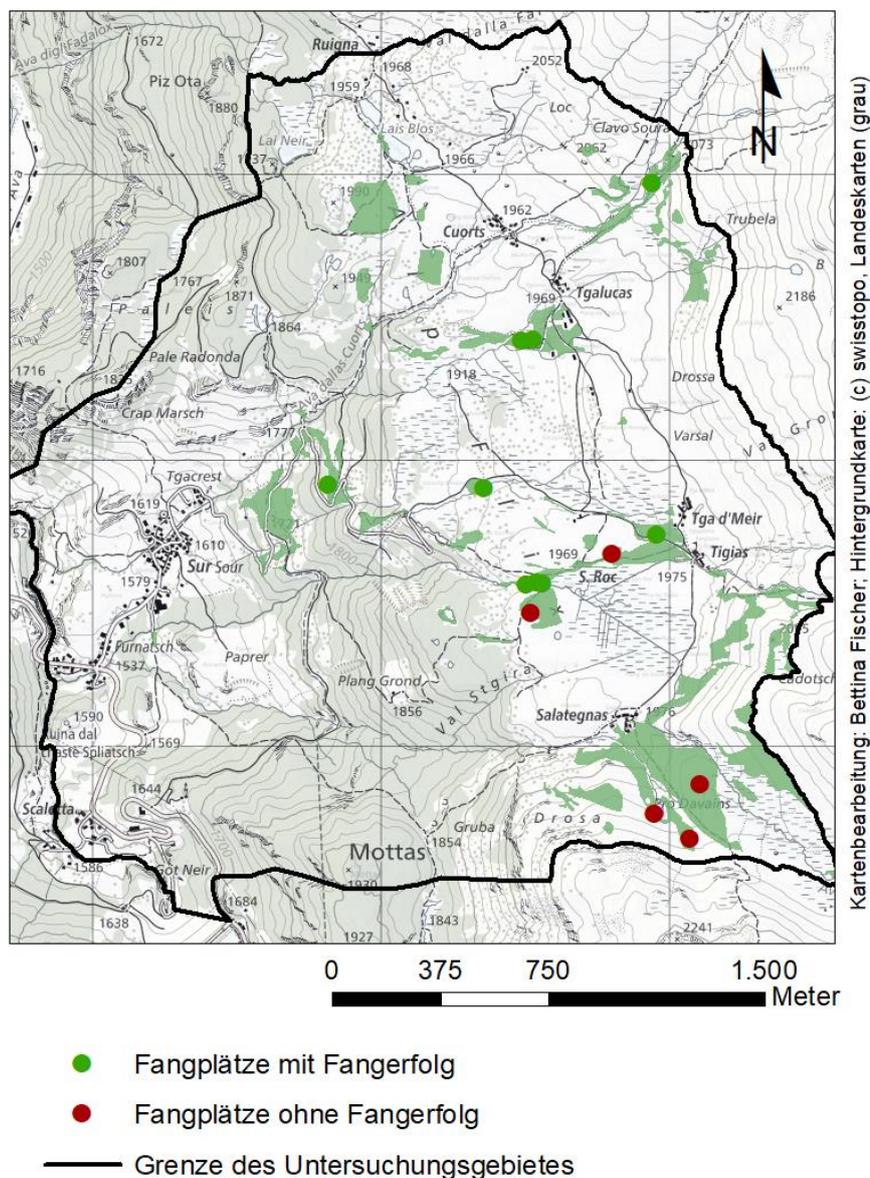


Abbildung 30: Fangplätze in Borstgrasweiden

Borstgrasweiden sind relativ gleichförmige, ertragsarme Weiden, die bei starker Beweidung aus Borstgrasrasen hervorgehen (Achermann, 2016, S. 15). Sie machen 6,8 Prozent des Untersuchungsgebietes aus (Achermann, 2016, S. 45). Auf ihnen wurden insgesamt 18 Fangplätze eingerichtet die 21 Kleinsäugernachweise hervorbrachten. Diese verteilen sich auf fünf Arten. Ein Drittel der eingerichteten Fangplätze blieb ohne Fangenerfolg.

Tabelle 11: Artnachweise in den Borstgrasweiden

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
0	3	1	0	0	8	0	3	1	0	0	5	0	0	0

Mit acht gefangenen Exemplaren dominiert in den Borstgrasweiden die Feldmaus *Microtus arvalis*, die als Offen- und Graslandbewohner gilt (siehe Kapitel 5.6). Mit fünf Exemplaren ebenfalls anteilig recht häufig wurde der Strukturgeneralist *Sorex araneus* nachgewiesen (siehe Kapitel 5.1).

Borstgrasrasen (Geo montani-Nardetum)

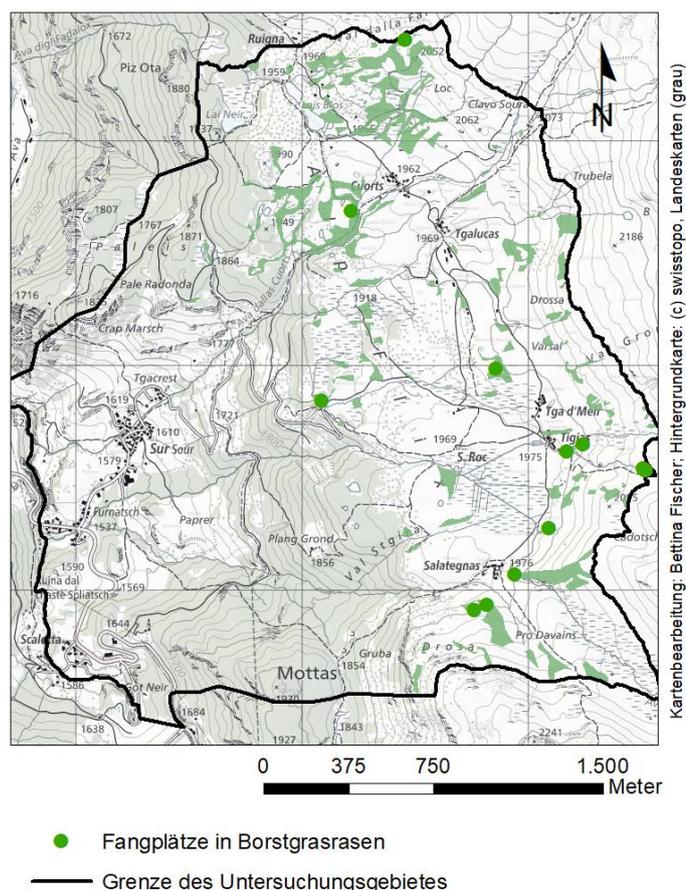


Abbildung 31: Fangplätze in Borstgrasrasen

Borstgrasrasen wurden auf der Alp Flix nur oberhalb der aktuellen Waldgrenze gefunden, wo sie an Steilhängen, trockenen Kuppen und an den Rändern von Mähwiesen vorkommen (Achermann, 2016, S. 49). Sie gedeihen auf eher sauren und trockenen Böden und das Borstgras

bildet bei Beweidung kurzwüchsige Rasen (Achermann, 2016, S. 14). Borstgrasrasen erreichen im Untersuchungsgebiet die höchste Vielfalt an Gefäßpflanzen und machen 5,5 Prozent der Gesamtfläche aus (Achermann, 2016, S. 69, 45). In ihnen liegen 14 Fangplätze. Die 20 Kleinsäugernachweise verteilen sich auf sechs Arten.

Tabelle 12: Artnachweise in den Borstgrasrasen

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
3	2	0	1	0	0	0	5	2	0	1	5	0	1	0

Microtus subterraneus konnte insgesamt fünfmal nachgewiesen, während *Microtus arvalis* in den Borstgrasrasen fehlt. Dies könnte auf Konkurrenzvermeidung hindeuten (siehe Kapitel 5.6), allerdings kann aufgrund der geringen Fallzahlen keine belastbare Aussage getroffen werden. Wie in den Borstgrasweiden konnte *Sorex araneus* fünfmal nachgewiesen werden.

Siedlung

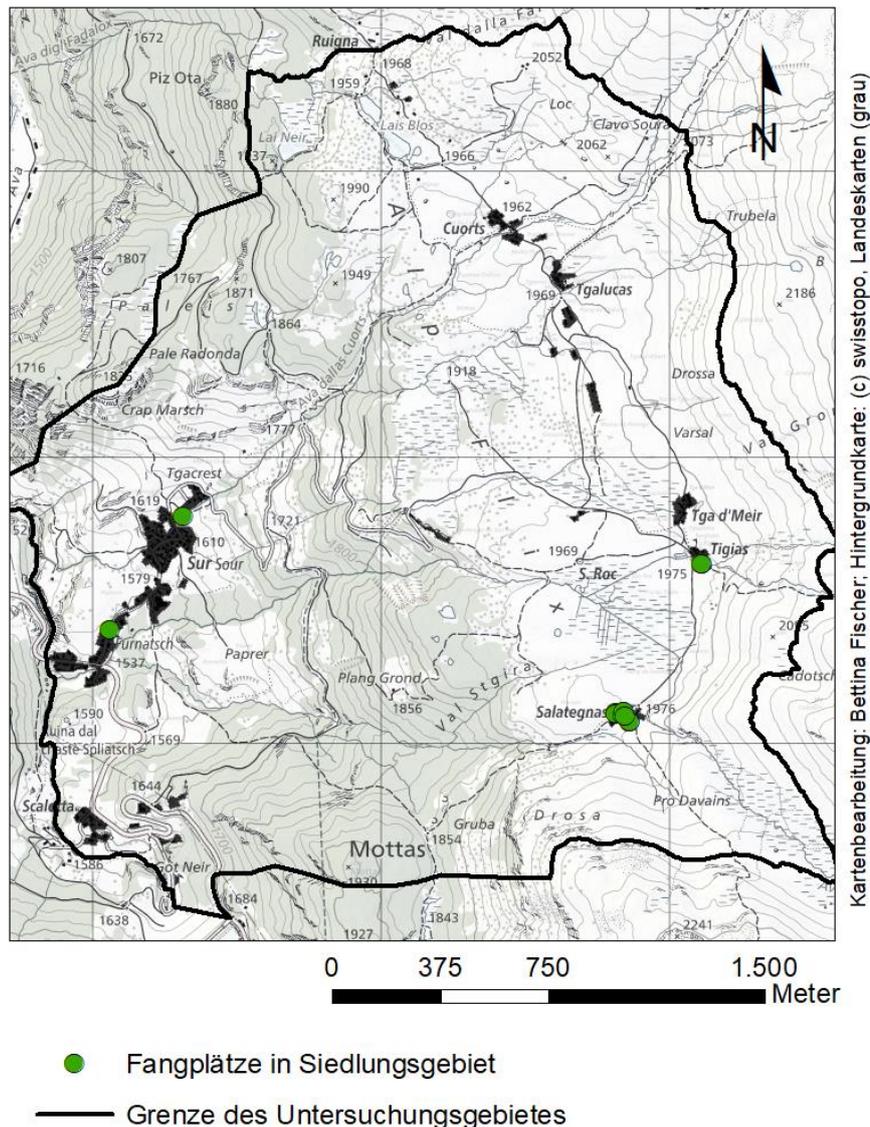


Abbildung 32: Fangplätze in Siedlungen

Rund zwei Prozent des Gebiets wurden als Siedlung kartiert, wozu Gebäude, Gärten, Straßen und Parkplätze zählen (Achermann, 2016, S. 45, 20). In Siedlungsflächen konnten mit 32 Kleinsäugernachweisen so viele Nachweise erbracht werden wie im Fichtenwald und in den Goldhaferwiesen, allerdings bei einem deutlich geringeren Fangaufwand von 13 Fangplätzen. Mit fünf verschiedenen Arten wurden so viele Arten nachgewiesen wie in den Grasheiden auf Silikat und den Borstgrasweiden.

Tabelle 13: Artnachweise in Siedlungsgebiet

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
0	3	1	19	1	0	0	0	0	0	3	4	0	1	0

Mit zwei Drittel aller Nachweise dominieren die Schneemäuse *Chionomys nivalis* deutlich den Lebensraum der anthropogenen Strukturen. Dies ist auf ihre enge Bindung an Spalten und Felsen zurückzuführen. Keller, Ställe und löchriges Mauerwerk bieten ihr scheinbar willkommene Alternativen zu den flächenmäßig mit 1,3 Prozent im Untersuchungsgebiet wenig präsenten Blockschutthalden und Felsen (Achermann, 2016, S. 45) (siehe Kapitel 5.3). Ebenfalls erwähnenswert ist das Vorkommen von *Sorex alpinus*, die ähnlich wie die Schneemaus an feucht-kühlen und felsigen Lebensräumen vorkommt und die im Untersuchungsgebiet insgesamt nur fünfmal nachgewiesen werden konnte, davon aber viermal in Siedlungen bzw. Siedlungsnähe (siehe Kapitel 5.5).

Subalpine und alpine Grasheide auf Silikat

Zur Kategorie der subalpinen und alpinen Grasheiden auf Silikat und versauertem Karbonatgestein gehören in der Vegetationskartierung die Einheiten Borstgrasrasen (Geomontani-Nardetum), Borstgras- und Milchkrutweide sowie Violettschwingelrasen (Achermann, 2016, S. 14 f.). Bei den als „Grasheide auf Silikat“ kartierten Flächen handelt es sich um Mischformen der einzelnen Untereinheiten (Achermann, 2016, S. 21). Borstgrasrasen und -weiden wurden bereits in Kapitel 6.2.6 und 6.2.7 näher betrachtet. Auf den Mischformen gelangen bei einem Fangaufwand von sechs Fangplätzen zehn Kleinsäugernachweise, die sich recht gleichmäßig auf fünf Arten verteilen.

Tabelle 14: Artnachweise in Grasheiden auf Silikat

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	4	1	0	0

Strukturgeneralist *Sorex araneus* wurde mit vier Tieren am häufigsten nachgewiesen. Wie schon in den Borstgrasrasen konnte zwar *Microtus subterraneus* nachgewiesen werden, nicht aber *Microtus arvalis*.

Torfmoos-Berföhrenwald (Sphagno-Pinetum montanae)

Die Einheit des Torfmoos-Berföhrenwaldes macht gerade einmal 0,4 Prozent der Untersuchungsfläche aus und ist auf der Alp Flix selten (Achermann, 2016, S. 56), dennoch konnten hier mit einem Fangaufwand von 7 Fangplätze 10 Kleinsäuger gefangen werden. Die Berföhren in diesen Gebieten sind nur wenige Meter hoch, darunter befindet sich eine dicke Schicht Torfmoos und andere Hochmoorpflanzen (Achermann, 2016, S. 56). Die Standorte sind hochmoorartig nass, sauer und nährstoffarm. Die Berföhre bildet lockere Bestände, teilweise durchsetzt mit Zwergsträuchern (Achermann, 2016, S. 18). Die nachgewiesenen Kleinsäuger gehören zu *Myodes glareolus* und *Sorex araneus*, wobei die Rötelmaus mit neun von zehn Funden klar dominiert. Sie scheint in den Torfmoos-Berföhrenwäldern eine geeignete Nische gefunden zu haben, in denen wenig Konkurrenz durch andere Kleinsäuger herrscht.

Tabelle 15: Artnachweise in Torfmoos-Berföhrenwäldern

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	1	0	0	0

Da der Torfmoos-Berföhrenwald im Untersuchungsgebiet jedoch nur sehr verinselt vorkommt (siehe Abbildung 33) und ein Großteil der Rötelmausnachweise in dieser Vegetationseinheit aus einem einzigen Bestand stammt, könnte es sich bei einem gewissen Teil der Fänge auch um Wiederfänge desselben Individuums handeln, da die Nachweise teilweise aus den gleichen Fangaktionen stammen.

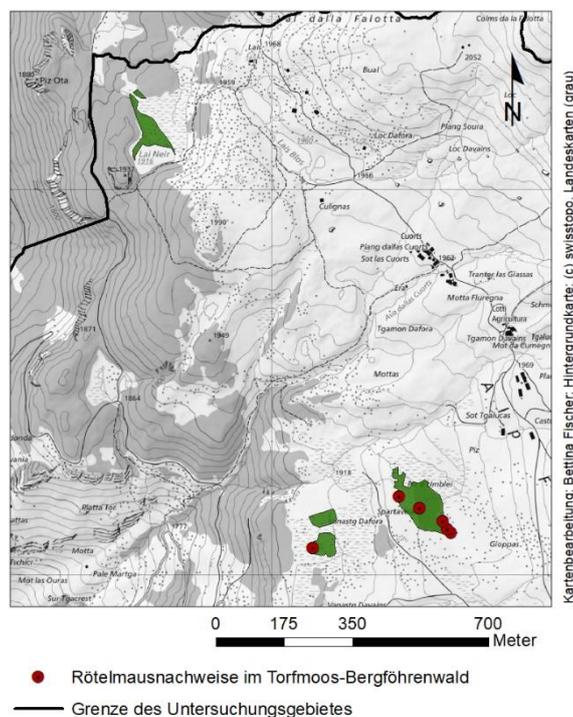


Abbildung 33: Verteilung der Rötelmausnachweise im Torfmoos-Berföhrenwald

Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation

Die Einheit der Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation ist mit einem Flächenanteil von 0,8 Prozent im Untersuchungsgebiet sehr selten (Achermann, 2016, S. 45). „Zu dieser Vegetationseinheit zählen Standorte, an denen kontinuierlich Gesteinsmaterial unterschiedlicher Grösse (sic!) abgelagert wird. Durch die Schuttstruktur und die regelmässige (sic!) Bewegung kann sich kaum Feinerde ansammeln und die Bildung einer geschlossenen Vegetation ist nicht möglich. Während an der Schuttoberfläche trockene und sehr variable Bedingungen herrschen, ist das Mikroklima etwas tiefer im Schutt bzw. zwischen den Blöcken viel ausgeglichener“ (Achermann, 2016, S. 11). Mit vier Fangplätzen konnten in dieser Einheit acht Kleinsäuger aus vier Arten nachgewiesen werden.

Tabelle 16: Artnachweise in Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
0	0	0	5	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0

Wie zu erwarten dominiert dabei die Schneemaus, die in den Blockschutthalden einen idealen Lebensraum findet (siehe auch Kapitel 5.3).

Grünerlengebüsch

Grünerlengebüsche bzw. -bestände kommen oberhalb des Alp-Plateaus häufig vor und machen etwa 2,3 Prozent der Gesamtfläche aus (Achermann, 2016, S. 43). Sie finden sich oft auf feuchten Böden an Nordhängen und entlang von Bächen oder Lawinenrunsen. Der Unterwuchs gleicht oft einer Hochstaudenflur (Achermann, 2016, S. 19). Vier verschiedene Arten konnten mit fünf Fangplätzen in den Grünerlengebüsch nachgewiesen werden. Die Arten waren jedoch nur durch vereinzelte Exemplare repräsentiert und es kann keine dominante Art ausgemacht werden.

Tabelle 17: Artnachweise in Grünerlengebüsch

A. alp.	A. spec.	A. syl.	C. niv.	E. que.	M. arv.	M. spec.	M. sub.	My. gla.	N. fod.	S. alp.	S. ara.	S. min.	S. spec.	T. eur.
0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	1

7 ZUSAMMENFASSUNG UND EINORDNUNG DER ERGEBNISSE

Insgesamt konnten in 15 Jahren Fangaktivität im Untersuchungsgebiet 314 Kleinsäuger gefangen werden. Anhand der vorliegenden Daten, war es nicht möglich, den Fangaufwand in Fallennächten anzugeben, was diese Zahlen schwer vergleichbar macht. Marchesi et al. konnten jedoch im Sommer 2009 in der alpinen Zone oberhalb der Alp Flix mit einem Aufwand von 4000 Fallennächten insgesamt 937 Tiere nachweisen (Marchesi, Müller, & Briner, 2014, S. 149).

Ladurner und Müller konnten im Vinschgau in fünf Jahren mit knapp 24000 Fallennächten über 2000 Fänge verzeichnen (Ladurner & Müller, 2001, S. 249). Jerabek und Reiter erzielten im Karwendel mit 3888 Fallennächten über 1500 Fänge (Jerabek & Reiter, 2003, S. 231). Der Gesamtfangerfolg im Untersuchungsgebiet kann demnach als eher gering eingeschätzt werden, muss jedoch dadurch relativiert werden, dass es mit Ausnahme einiger Fangaktionen im Untersuchungsgebiet primär um den lediglichen Nachweis der vorkommenden Kleinsäugerarten im Sinne eines Arteninventars ging und weniger um eine systematische Analyse der Ökologie der Kleinsäuger.

Die Fänge im Untersuchungsgebiet verteilen sich auf zwölf nachgewiesene Kleinsäugerarten. So konnten in abnehmender Häufigkeit *Sorex araneus*, *Myodes glareolus*, *Chionomys nivalis*, *Microtus subterraneus*, *Microtus arvalis*, *Apodemus alpicola*, *Eliomys quercinus*, *Neomys fodiens*, *Sorex alpinus*, *Apodemus sylvaticus*, *Sorex minutus* und *Talpa europaea* auf der Alp Flix nachgewiesen werden.

Die Kleinsäuger wurden dabei in insgesamt 27 verschiedenen Vegetationseinheiten nachgewiesen. Die Vegetationseinheiten mit den höchsten Individuenzahlen waren dabei die Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide mit 48 Fängen, der Fichtenwald, die Goldhaferwiesen und die Siedlung mit je 32 Fängen, die Einheit der Quellhorizonte/ Hangmoore mit 31 Fängen, die Borstgrasweide mit 21, der Borstgrasrasen mit 20, der Lärchenfichtenwald mit 14 und schließlich die Grasheiden auf Silikat und der Torfmoos-Bergföhrenwald mit je zehn Kleinsäugerfängen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass alle aufgezählten Vegetationseinheiten überdurchschnittlich oft befangen wurden, da sie teils recht große Areale des Untersuchungsgebietes bedecken und deshalb vermehrt zufällig als Fallenstandort ausgewählt wurden. Daher sind Vergleiche zwischen den Vegetationseinheiten nur bedingt möglich. So zeigt sich, dass Vegetationseinheiten mit nur wenigen Nachweisen auch deutlich seltener befangen wurden als solche mit hohen Nachweiszahlen. Dieser Zusammenhang ist statistisch signifikant. Daher kann die eingangs gestellte Forschungsfrage, nach der Attraktivität einzelner Vegetationseinheiten für Kleinsäuger nicht mit abschließender und befriedigender Sicherheit beantwortet werden, da dazu systematische Untersuchungen betreffender Vegetationseinheiten mit gleichem Fallenaufwand erfolgen müssten. Anhand der vorliegenden Daten kann nicht ausgeschlossen werden, dass Vegetationseinheiten mit scheinbar geringen Kleinsäugerhäufigkeiten nicht in Wirklichkeit doch viele Kleinsäuger beherbergen, dies jedoch durch den geringen Fangaufwand verschleiert wird. Hinzu kommt, dass die Vegetationseinheiten recht ungleichmäßige Arealgrößen aufweisen, sodass gewisse Einheiten schon aus flächentechnischen Gründen kaum Platz für größere Kleinsäugerpopulationen bieten können.

Es kann jedoch festgehalten werden, dass das Untersuchungsgebiet im Allgemeinen Vegetationseinheiten unterschiedlichster Art bietet, die von den Kleinsäufern als Lebensraum genutzt werden, darunter Offenlandeinheiten wie die Goldhaferwiese, Wälder wie der Fichtenwald, Zwergstraucheinheiten wie die Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide, Feuchtstandorte wie Hangmoore oder auch anthropogene Strukturen wie Siedlungen und Trockenmauern.

Einige Kleinsäuger zeigen ein nur auf wenige Vegetationseinheiten beschränktes Vorkommen. So ist die Schneemaus *Chionomys nivalis* fast ausschließlich in Siedlungsgebieten, Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation zu finden. *Microtus subterraneus* zeigt eine Präferenz für krautige und buschige Offenlandeinheiten wie Rasen, Weiden, Grasheiden und Grünerlengebüsche. In diesen wurde sie vermehrt an Bächen und feuchten Standorten nachgewiesen. Die zweite nachgewiesene *Microtus*-Art, *Microtus arvalis* zeigte ebenfalls eine Tendenz zu krautigen Offenlandstandorten wie Borstgrasweiden, Alpenampferbeständen und Goldhaferwiesen und wurde ebenfalls oft an feuchteren Standorten nachgewiesen. *Eliomys quercinus* konnte im als Waldbewohner im Fichtenwald, im Lärchen-Fichtenwald und im Lärchenwald nachgewiesen werden. Die Wasserspitzmaus *Neomys fodiens* wurde nur in so kleiner Anzahl gefangen, dass Aussagen über präferierte Einheiten kaum möglich sind. Sie wurde in drei von sechs Fällen in der Einheit der Hangmoore und Quellhorizonte nachgewiesen. Aufgrund ihrer aquatischen Lebensweise ist aber anzunehmen, dass das Vorhandensein geeigneter Gewässer für die Art von entscheidenderer Bedeutung ist. Auch der Maulwurf *Talpa europaea* wurde so selten nachgewiesen, dass keine Aussagen zu bevorzugten Vegetationseinheiten seinerseits getroffen werden können. *Sorex alpinus* wurde ebenfalls nur in geringer Anzahl nachgewiesen, scheint im Untersuchungsgebiet jedoch vermehrt in Siedlungsnähe vorzukommen. *Sorex minutus* wurde ebenfalls zu selten nachgewiesen, um verwertbare Aussagen treffen zu können.

Die nachgewiesenen *Apodemus*-Arten *Apodemus alpicola* und *Apodemus sylvatica* zeigen keine deutlichen Bevorzungen. Sie scheinen jedoch Vegetationseinheiten mit Staunässe zu meiden. Die zweithäufigste Art im Untersuchungsgebiet, *Myodes glareolus*, ist verstärkt in Waldeinheiten, Heidegebüschen und Alpenampferbeständen nachgewiesen worden. Sie scheint ebenso wie die *Apodemus*-Arten die Moore und Vernässungen zu meiden. *Sorex araneus* als häufigste Art im Untersuchungsgebiet zeigt eine breite Habitatstoleranz. Sie wurde in Wäldern, in Zwergstrauchheiden, im Moor, im Offenland und in Siedlungen nachgewiesen. Vereinzelt gelangen sogar Nachweise in speziellen Habitaten wie Blockschutthalden oder Trocken- und Steppenrasen.

Eine weitere eingangs gestellte Forschungsfrage bezog sich darauf, ob es Vegetationseinheiten gibt, in denen Kleinsäuger bestimmter Arten häufiger nachgewiesen werden als in anderen Vegetationseinheiten. In diesem Zusammenhang sind vor allem die Siedlungsgebiete und die Blockschutthalden zu nennen. Diese zeigen eine deutliche Dominanz von *Chionomys nivalis*, die in anderen Einheiten nur eine untergeordnete Rolle spielt. Ähnliche Dominanzstrukturen zeigt die Rötelmaus in den inselartig verteilten Torfmoos-Bergföhrenwäldern und in den Lärchenfichtenwäldern. Im Fichtenwald sind sowohl die Rötelmaus als auch die *Apodemus*-Arten und der Gartenschläfer in größerer Zahl anzutreffen. In den Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheiden dominiert die Rötelmaus zusammen mit *Sorex araneus*. *Sorex araneus* wiederum zeigt eine gewisse Dominanz in alpinen Grasheiden und im Hangmoor. In den Goldhaferwiesen kommt sie ebenso häufig vor wie die Vertreter der Waldmäuse. Interessant ist, dass in den Borstgrasweiden *Microtus arvalis* zusammen mit *Sorex araneus* vorkommt, in den artenärmeren Borstgrasweiden wiederum *Microtus subterraneus*.

Wie in Kapitel 5 ausführlich besprochen entsprechen die Vegetationseinheiten in der Regel den bekannten Habitatsansprüchen der in ihnen vorkommenden Kleinsäuger. Wie bereits von Jerabek und Reiter (2003) beschrieben, scheint jedoch nicht der „Lebensraumtyp bzw. Vegetationstyp per se“ von entscheidender Bedeutung für die Habitatwahl von Kleinsäufern zu sein (Jerabek & Reiter, 2003, S. 231). Vielmehr beeinflusst dieser das Nahrungsangebot, den Anteil an Pflanzendeckung, die Bodenfeuchtigkeit und das Mikroklima im Generellen, die wiederum ihrerseits wichtig für die Besiedlung durch Kleinsäuger sind. Insgesamt sind Kleinsäuger stark strukturgebunden und bevorzugen dabei je nach Art unterschiedliche Strukturangebote (ebd.). Es wäre interessant zu prüfen, ob strukturell gleiche bzw. ähnliche Vegetationseinheiten Unterschiede in ihrer Kleinsäugerfauna aufweisen, wenn sie von unterschiedlichen Pflanzengesellschaften geprägt sind. Dazu sind jedoch gezielte Vergleichsuntersuchungen nötig.

Reflexion

Aufgrund der sehr unregelmäßigen Fangaktionen reichte die Datengrundlage nicht aus, um tieferegehende statistische Analysen zu Unterschieden im Arteninventar der einzelnen Vegetationseinheiten durchzuführen. Auch auf Dichteanalysen oder Präferenzanalysen in Bezug auf bestimmte Vegetationseinheiten musste verzichtet werden. Dennoch konnten anhand der sehr ausführlich geführten Datenbank recht detaillierte Beschreibungen des Kleinsäugervorkommens in den Vegetationseinheiten der Alp Flix durchgeführt werden. Dennoch sind die Ergebnisse vor dem Hintergrund der geringen Stichprobengrößen zu betrachten.

Darüber hinaus müssen in Bezug auf die zugrundeliegenden Vegetationskarte folgende Aspekte berücksichtigt werden, die Achermann bereits in ihrer Arbeit erwähnt:

- das Vegetationsmosaik ist teilweise sehr kleinräumig und komplex, weshalb es für die angemessene Darstellung auf einer Karte im Maßstab 1:5'000 generalisiert und vereinfacht werden muss
- auf der Karte eingezeichneten Grenzen sind in Wirklichkeit fließende Übergänge / Übergangsbereiche zwischen zwei Vegetationseinheiten
- außerdem kommen im Gebiet immer wieder Mischformen aus verschiedenen Einheiten vor, die für eine verbesserte Lesbarkeit einer einzigen Kartiereinheit zugeordnet wurden, auch wenn sie offensichtlich einer Mischform entsprachen (Achermann, 2016, S. 41).

Daraus ergeben sich gewisse Unschärfen bei der Zuordnung konkreter Fundpunkte zu Vegetationseinheiten, die ohne eine Begehung im Feld oder Luftbildanalysen und Standortbeschreibungen nicht überprüft werden können.

Als ebenfalls problematisch kann die nachträgliche Erfassung der Koordinaten einzelner Fangpunkte aufgefasst werden. Diese sind immer mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet. Außerdem bedeutet die fehlerhafte Verortung einer einzelnen Fallenreihe unter Umständen die fehlerhafte Verortung gleich mehrerer Fänge, was bei ohnehin geringen Fallzahlen zu erheblichen Verzerrungen führen kann.

Dennoch zeigen die Ergebnisse und die Übereinstimmungen zwischen den bekannten Habitatansprüchen der Kleinsäuger und den Vegetationseinheiten, in denen sie gefunden wurden, dass bei ausreichend sorgfältig geführten Fangprotokollen und einer detaillierten Vegetationskarte auch im Anschluss an bereits erfolgte Untersuchungen Aussagen zur Verbreitung von Kleinsäufern in Vegetationseinheiten getroffen werden können.

ANHANG 1

Tabelle 18: Kartiereinheiten auf der Alp Flix und ihre jeweiligen Flächenanteile und Gesamtgrößen (nach Achermann (2016), S. 46, eigene Ergänzungen)

Nr.	Kartiereinheit	Flächenanteil	Gesamtgröße
0	Gewässer	0,3%	0,0192 km²
1	Fels- und Lockergesteinsvegetation	1,3%	0,0832 km²
1.1	Felsvegetation	0,5%	0,032 km ²
1.2	Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation	0,8%	0,0512 km ²
2	Moore und Vernässungen	9,8%	0,6272 km²
2.1	Kleinseggenried auf Silikat	2,0%	0,128 km ²
2.2	Kleinseggenried auf Karbonat	0,2%	0,0128 km ²
2.3	Hochmoor/Hochmooranflug	0,3%	0,0192 km ²
2.4	Hangmoor und Quellhorizont	4,9%	0,3136 km ²
2.5	Nasswiese	2,3%	0,1472 km ²
3	Trocken- und Steppenrasen	2,7%	0,1728 km²
4	Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat	15,2%	0,9728 km²
4.1	Borstgrasrasen	5,5%	0,352 km ²
4.2	Borstgras- und Milchkrautweide	6,8%	0,4352 km ²
4.3	Violettschwingelrasen	1,2%	0,0768 km ²
5	Subalpine Grasheiden auf Karbonat	0,9%	0,0576 km²
5.1	Blaugrasrasen	0,1%	0,0064 km ²
5.2	Rostseggenrasen	0,8%	0,0512 km ²
6	Fettwiesen und –weiden	18,3%	1,1712 km²
6.1	Goldhaferwiese	14,7%	0,9408 km ²
6.2	<i>Poa</i> -Variante der Goldhaferwiese	2,5%	0,16 km ²
6.3	Mischform Goldhaferwiese und <i>Poa</i> -Variante	0,8%	0,0512 km ²
6.4	Alpenampfer-Bestände	0,3%	0,0192 km ²
7	Subalpine Zwergstrauchheiden	10,3%	0,6592 km²
7.1	Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide	7,0%	0,448 km ²
7.2	Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide	2,8%	0,1792 km ²
7.3	Gerodete Zwergstrauchheide	0,4%	0,0256 km ²
8	Lärchenwälder	4,6%	0,2944 km²
8.1	Lärchweide	2,0%	0,128 km ²
8.2	Lärchenwald	2,6%	0,1664 km ²
9	Fichtenwälder	27,2%	1,7408 km²
9.1	Fichtenwald	20,3%	1,2992 km ²
9.2	Lärchen-Fichtenwald	7,0%	0,448 km ²
10	Bergföhrenwälder	1,2%	0,0768 km²
10.1	Torfmoos-Bergföhrenwald	0,4%	0,0256 km ²
10.2	Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwald	0,9%	0,0576 km ²
11	Grünerlengebüsch/Grünerlenbestände	2,3%	0,1472 km²
12	Hochstaudenfluren	0,3%	0,0192 km²
13	Künstliche Begrünung	0,6%	0,0384 km²
14	Schlagfläche/Schlagflur	1,7%	0,1088 km²
15	Siedlung und Straße	1,8%	0,1152 km²

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Karte "Lage des Untersuchungsgebietes" (Quelle: Eigene Darstellung)	7
Abbildung 2: Karte "Lage der Alp Flix im Oberhalbstein/ Surses" (Quelle: Eigene Darstellung) ..	7
Abbildung 3: Grenze des Untersuchungsparamets Alp Flix (Quelle: eigene Darstellung)	8
Abbildung 4: Schutzgebiete im Untersuchungsgebiet (Quelle: Eigene Darstellung)	13
Abbildung 5: Lebensfalle vom Typ Longworth in einem Fichtenwald auf der Alp Flix (Foto: Bettina Fischer)	20
Abbildung 6: Verteilung der Fangplätze im Untersuchungsgebiet	24
Abbildung 7: Verteilung der Funde auf die nachgewiesenen Arten (eigene Darstellung)	25
Abbildung 8: Verteilung der Funde auf die Jahre (eigene Darstellung)	27
Abbildung 9: Anzahl von Fallenstandorten und Funden je Höhenstufe	29
Abbildung 10: Höhenverteilung der nachgewiesenen Arten (eigene Darstellung)	30
Abbildung 11: Verteilung der Nachweise von <i>Sorex araneus</i> auf die Vegetationseinheiten	35
Abbildung 12: Nachweise von <i>Sorex araneus</i> und <i>Sorex spec.</i> im Untersuchungsgebiet	38
Abbildung 13: Verteilung der Nachweise von <i>Myodes glareolus</i> auf die Vegetationseinheiten	39
Abbildung 14: Funde von <i>Myodes glareolus</i>	41
Abbildung 15: Nachweise von <i>Chionomys nivalis</i> im Untersuchungsgebiet	43
Abbildung 16: Nachweise von <i>Apodemus alpicola</i> , <i>Apodemus sylvaticus</i> und <i>Apodemus spec.</i>	46
Abbildung 17: Nachweise von <i>Sorex</i> -Arten im Untersuchungsgebiet	50
Abbildung 18: Karte der Nachweise von <i>Microtus arvalis</i> und <i>Microtus subterraneus</i> im Untersuchungsgebiet	53
Abbildung 19: Nachweise von <i>Eliomys quercinus</i> im Untersuchungsgebiet	55
Abbildung 20: Nachweise von <i>Neomys fodiens</i> im Untersuchungsgebiet	56
Abbildung 21: Nachweise von <i>Talpa europaea</i> im Untersuchungsgebiet	58
Abbildung 22: Anzahl der Fangplätze in den Vegetationseinheiten	59
Abbildung 23: Anzahl der Funde und Fangplätze in den Vegetationseinheiten mit mind. zehn Fängen	60
Abbildung 24: Anzahl nachgewiesener Kleinsäugerarten in den Vegetationseinheiten	61
Abbildung 25: Fangplätze im Fichtenwald	62
Abbildung 26: Fangplätze in Goldhaferwiesen	63
Abbildung 27: Fangplätze in Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheiden	64
Abbildung 28: Fangplätze im Hangmoor/ Quellhorizont	65
Abbildung 29: Fangplätze im Lärchenfichtenwald	66
Abbildung 30: Fangplätze in Borstgrasweiden	67
Abbildung 31: Fangplätze in Borstgrasrasen	68
Abbildung 32: Fangplätze in Siedlungen	69
Abbildung 33: Verteilung der Rötelmausnachweise im Torfmoos-Berföhrenwald	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verzeichnis der verwendeten Artnamen und Artkürzel	17
Tabelle 2: Verzeichnis der auftretenden Pflanzengesellschaften und ihren lateinischen Bezeichnungen (Quelle: Achermann, 2016	18
Tabelle 3: Anzahl der Artnachweise pro Jahr	28
Tabelle 4: Verteilung der Fangplätze auf die Vegetationseinheiten.....	33
Tabelle 5: Vegetationseinheiten mit mind. zwei Fangplätzen ohne Fangerfolg	60
Tabelle 6: Artnachweise im Fichtenwald	63
Tabelle 7: Artnachweise in der Goldhaferwiese	64
Tabelle 8: Artnachweise in der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide.....	65
Tabelle 9: Artnachweise in Hangmooren und Quellfluren	66
Tabelle 10: Artnachweise im Lärchenfichtenwald.....	67
Tabelle 11: Artnachweise in den Borstgrasweiden.....	68
Tabelle 12: Artnachweise in den Borstgrasrasen.....	69
Tabelle 13: Artnachweise in Siedlungsgebiet	70
Tabelle 14: Artnachweise in Grasheiden auf Silikat.....	70
Tabelle 15: Artnachweise in Torfmoos-Bergföhrenwäldern.....	71
Tabelle 16: Artnachweise in Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation.....	72
Tabelle 17: Artnachweise in Grünerlengebüschern	72
Tabelle 18: Kartiereinheiten auf der Alp Flix und ihre jeweiligen Flächenanteile und Gesamtgrößen (nach Achermann (2016), S. 46, eigene Ergänzungen)	77

Literaturverzeichnis

- Achermann, C. (2016). *Masterarbeit: Vegetation und Phytodiversität der Alp Flix, Graubünden*. Zürich.
- Achermann, C., & Burga, C. A. (2017). Schatzinsel Alp Flix, Surses, Graubünden, Schweiz. Vegetationskarte 1 : 5400. (Geographisches Institut der Universität Zürich, Hrsg.) Zürich.
- Baltisberger, M., Nyffeler, R., & Widmer, A. (2013). *Systematische Botanik. Einheimische Farn- und Samenpflanzen* (4. Auflage Ausg.). Zürich.
- BioOffice des Bündner Naturmuseums. (kein Datum).
- Briner, T., & Müller, J. (2005). Die Kleinsäuger auf der Alp Flix. In Stiftung Schatzinsel Alp Flix (Hrsg.), *Erfassung der Artenvielfalt auf der Alp Flix. Zwischenstandsbericht 2004* (Überarbeitete Fassung vom 2. Februar 2005 Ausg.). Chur.
- Canalis, L. (2013). *Säugetiere der Alpen. Der Bestimmungsführer für alle Arten*. Bern.
- Die Alp Flix. Alp, Maiensäss oder Dauersiedlung?* (kein Datum). Von Schatzinsel Alp Flix: https://www.schatzinselalpflix.ch/alp_flix.php abgerufen
- Egger, A. (1999). Vom Skiliftprojekt zur Moorlandschaft von nationaler Bedeutung. *Anthos: Zeitschrift für Landschaftsarchitektur*, 38, S. 22-25. Von <https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=ant-001:1999:38::358#25> abgerufen
- Eid, M., Gollwitzer, M., & Schmitt, M. (2015). *Statistik und Forschungsmethoden* (4., überarbeitete und erweiterte Auflage Ausg.). Basel: Beltz.
- Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000 (Bundesamt für Landestopografie swisstopo) . (kein Datum).
- Gonseth, Y., Wohlgemuth, T., Sansonnens, B., & Buttler, A. (2001). Die biogeographischen Regionen der Schweiz. Erläuterungen und Einteilungsstandard. *Umwelt Materialien*, 137. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Hänggi, A., & Müller, J. P. (2001). Eine 24-Stunden Aktion zur Erfassung der Biodiversität auf der Alp Flix (Graubünden): Methoden und Resultate. *Jahresberichte der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden*, 110, S. 5-36.
- Hausser, J. (1995). *Sorex araneus* L., 1758 - Waldspitzmaus. In J. Hausser (Hrsg.), *Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie. Denkschrift der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften*. (Bd. 103, S. 23-31). Basel.
- Hess, H., Landolt, E., Hirzel, R., & Baltisberger, M. (2015). *Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete* (Siebte, aktualisierte, überarbeitete und erweiterte Auflage Ausg.). Basel.
- Jerabek, M., & Reiter, G. (2001). Die Kleinsäuger im Naturwaldreservat Gadental, Großes Walsertal: Teil 1 - Spitzmäuse, Wühlmäuse und Schläfer (Insectivora, Rodentia). *Vorarlberger Naturschau*, 9, S. 135-170.
- Jerabek, M., & Reiter, G. (2003). Die Kleinsäugerfauna von Bergwäldern im Karwendel (Österreich): Verbreitung, Habitatwahl und Populationsentwicklung. *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck*, 90, S. 231-259.

- Jerabek, M., & Reiter, G. (2003). Populationsbiologie der Rötelmaus *Clethrionomys glareolus* (Rodentia: Arvicolidae) im Karwendel (Tirol, Österreich). *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck*, 90, S. 261 - 276.
- Jerabek, M., & Winding, N. (1999). Verbreitung und Habitatwahl von Kleinsäugetern (Insectivora, Rodentia) in der Bergwaldregion der Hohen Tauern (Salzburg). *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern*, 5, S. 127-159.
- Komposch, B. (2003). Die Kleinsäuger der Steiermark: Insektenfresser (Mammalia: Insectivora). *Mitteilungen Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark*, 133, S. 127-147.
- Ladurner, E., & Cazzolli, N. (2002). Kleinsäuger-Erhebung am Ritten (Südtirol, Italien): Artenspektrum, Habitatnutzung, Kletterverhalten. *Gredleriana*, 2, S. 183-204.
- Ladurner, E., & Müller, J. (249-273 2001). Die Kleinsäuger des Vinschgau: Artenvielfalt, Höhenverbreitung, Lebensgemeinschaften. *Gredleriana*, 1.
- Landolt, E., Aeschmann, D., Bäumler, B., & Rasolofo, N. (2015). *Unsere Alpenflora. Ein Pflanzenführer für Wanderer und Bergsteiger* (9. überarbeitete Auflage Ausg.). Bern: Schweizer Alpen Club SAC.
- Marchesi, C., Müller, J. P., & Briner, T. (2014). Die Kleinsäugerfauna eines alpinen Lebensraumes in den Schweizer Alpen (Alp Flix, Sur, Graubünden). Artenvielfalt, Höhenverbreitung, Habitatnutzung, Fortpflanzung. *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden*, 118, S. 143-157.
- MeteoSchweiz. (2019). *Klimanormwerte 1981-2010: Niederschlagssumme Stand: 2019*. Von Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz. Normwerte pro Messgröße: https://www.meteoschweiz.admin.ch/product/input/climate-data/normwerte-pro-messgroesse/np8110/nvrep_np8110_rre150m0_d.pdf abgerufen am 25.10.2019
- MeteoSchweiz. (kein Datum). *Messwerte Bivio*. Von Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz: <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/messwerte.html?param=messnetz-automatisch&station=BIV> abgerufen am 25.10.2019
- Müller, J. (1972). Die Verteilung der Kleinsäuger auf die Lebensräume an einem Nordhang im Churer Rheintal. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 37, S. 257-286.
- Müller, J., & Briner, T. (2005). Die Kleinsäuger auf der Alp Flix. In S. S. Flix (Hrsg.), *Erfassung der Artenvielfalt auf der Alp Flix. Zwischenbericht 2004*. (überarbeitete Fassung vom 2. Februar 2005 Ausg., S. 48-49).
- Müller, J., & Briner, T. (2007). Schatzinsel Alp Flix - Übersicht über die Forschung in den Jahren 2000 bis 2007. *Jahresberichte der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden*, 114, S. 59-63.
- Müller, J., & Sprecher, C. (2017). *Die Sanierung von Trockenmauern auf der Alp Flix und ihre Auswirkungen auf Fauna und Flora. Kurzfassung des Projektberichtes vom November 2017 (42 Seiten + Anhänge)*. o. O.
- Müller, J., Jenny, H., Lutz, M., Mühlethaler, E., & Briner, T. (2010). *Die Säugetiere Graubündens - eine Übersicht*. (S. S. Naturmuseum, Hrsg.) Chur.

- Normwert Karten.* (kein Datum). Von
https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/klima-normwerte/normwert-karten.html?filters=temp_8110_yy abgerufen am 26.10.2019
- Pro Natura Graubünden (Hrsg.). (o. J.). *Moorlandschaft Alp Flix.* Von Pro Natura Graubünden:
<https://www.pronatura-gr.ch/de/moorlandschaft-alp-flix> abgerufen
- Projekt Schatzinsel Alp Flix Projektperimeter Teilgebiet A Karte. (kein Datum).
- Reiter, G., & Jerabek, M. (2011). *Die Kleinsäuger-Fauna im Inter-Nationalpark Thayatal/Podyjí. Endbericht 2011. Unpubl. Bericht im Auftrag der NP Thayatal GmbH.*
- 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, S. 97-135.
- Schatzinsel Alp Flix. Forschung.* (kein Datum). Von Schatzinsel Alp Flix:
<https://www.schatzinselalpflix.ch/forschung.php> abgerufen am 11.11.2019
- Schatzinsel Alp Flix. Forschung. Resultate.* (kein Datum). Von Schatzinsel Alp Flix:
<https://www.schatzinselalpflix.ch/resultate.php> abgerufen am 5.11.2019
- Schatzinsel Alp Flix. Lage.* (kein Datum). Von Schatzinsel Alp Flix:
<https://www.schatzinselalpflix.ch/lage.php> abgerufen am 1.12.2019
- Schatzinsel Alp Flix. Lebensräume.* (kein Datum). Von Schatzinsel Alp Flix:
<https://www.schatzinselalpflix.ch/lebensraeume.php> abgerufen am 20.11.2019
- Schmid, M., & Rehsteiner, U. (31. 08 2012). *Sammlungskonzept Bündner Naturmuseum.* (Bündner Naturmuseum, & Stiftung Sammlung Bündner Naturmuseum, Hrsg.) Von
https://naturmuseum.gr.ch/de/sammlung/DokumenteSammlung/Sammlungskonzept_Version_8.pdf abgerufen am 15.10.2019
- Schröpfer, R. (1990). The structure of European small mammal communities. *Zoologische Jahrbücher: Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 117(3), S. 355-367.
- Simonett, J. (14. 09 2010). *Oberhalbstein.* Von Historisches Lexikon der Schweiz HLS:
<https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/008075/2010-09-14/> abgerufen am 28.11.2019
- Slotta-Bachmayr, L., Lindner, R., & Winding, N. (1999). Populationsveränderung und Einfluss der Beweidung auf Kleinsäuger in der Subalpin- und Alpinstufe im Sonderschutzgebiet Piffkar, Nationalpark Hohe Tauern. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern*, 5, S. 113-126.
- Stiftung Schatzinsel Alp Flix (Hrsg.). (o. J.). Flyer zur Schatzinsel Alp Flix.
- Strecke GR 27 Tiefencastel - Bivio (- Casaccia/ - Silvaplana). (1995). In *Inventar Hirstorischer Verkehrswege der Schweiz - IVS Dokumentation Kanton Graubünden.* Von
https://mulegn.ch/site/wp-content/uploads/2017/12/IVS_-Strecke-27-GR_Tiefencastel-Bivio.pdf abgerufen am 28.11.2019
- Sur.* (kein Datum). Von Cumegn / Gemeinde Surses:
<https://www.surses.ch/DE/surses/ortschaften/sur.html> abgerufen am 21.11.2019
- Surses | Ortschaften | Sur.* (o. J.). Von Cumegn | Gemeinde Surses:
<https://www.surses.ch/DE/surses/ortschaften/sur.html> abgerufen am 21.11.2019

Szönyi, M. (2009). *Geoland Ostschweiz - Voralpen - Graubünden*. Zürich.

Thomann, L. (kein Datum). *Herzlich willkommen bei der Gemeinde Surses*. Von Cumegn | Gemeinde Surses: <https://www.surses.ch/DE/home.html> abgerufen 21.11.2019

Verein Parc Ela. (24. 05 2018). *Regionen entdecken - Savognin, Bivio, Albula, Alp Flix*. Von Graubünden.ch: <https://www.graubuenden.ch/de/regionen-entdecken/savognin-bivio-albula/alp-flix> abgerufen

Wittig, R. (2012). *Geobotanik*. Bern.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, Bettina Fischer, geboren am 07.05.1995, Matrikelnummer 108015220307, dass ich die vorliegende, an diese Erklärung angefügte Arbeit selbstständig verfasst habe. Die benutzte und zitierte Literatur (in gedruckter und elektronischer Form) ist im text an entsprechender Stelle sowie im Literaturverzeichnis nachgewiesen. Andere als die ausgewiesenen Quellen habe ich nicht verwendet.

Bochum den,