

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

### **Kleinsäugermonitoring mit der Mammalia Box im Bündner Rheintal**



### **Bachelorarbeit**

Livia Gygax  
Bachelorstudiengang 2019  
Umweltingenieurwesen  
Abgabedatum: 10.02.2023

Fachkorrigierende:

Prof. Dr. Roland Felix Graf  
ZHAW, IUNR, Schloss, 8820 Wädenswil

Martina Reifler-Bächtiger  
ZHAW, IUNR, Schloss, 8820 Wädenswil

## Impressum

Autorin:  
Livia Gygax  
8005 Zürich

Titelbild  
*Crocidura leucodon* (R58), Foto: Livia Gygax, 2022.

Schlüsselwörter: Kleinstrukturen, Asthaufen, Fotofalle, Lebensraumaufwertung, Vernetzung, Hermelin, *Mustela erminea*, Feldspitzmaus, *Crocidura leucodon*

Zitiervorschlag  
Gygax, L. (2023). Kleinsäugermonitoring mit der Mammalia Box im Bündner Rheintal. Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.

Institut  
ZHAW Life Sciences und Facility Management  
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil



## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen beteiligten Personen bedanken, die zum Gelingen meiner Bachelorarbeit beigetragen haben.

Vielen Dank an die Betreuenden, Prof. Dr. Roland Graf und Martina Reifler-Bächtiger, für die Möglichkeit meine Bachelorarbeit in der Forschungsgruppe WILMA absolviert zu haben. Auch danke ich vielmals Prof. Dr. Roland Graf für die Unterstützung bei der Feldarbeit und Martina Reifler-Bächtiger für die Unterstützung bei den Bestimmungen der Kleinsäuger.

Vielen Dank auch an Miriam Jakob von der Forschungsgruppe WILMA für ihre Unterstützung bei der Feldarbeit.

Herzlichen Dank an Pro Natura Graubünden und insbesondere an Monika Jung für ihre Mithilfe bei der Feldarbeit und ihre fachlichen Inputs. Ich bedanke mich ausserdem für die Möglichkeit meine Bachelorarbeit angelehnt an das Projekt «Strukturreiches Bündner Rheintal» durchgeführt haben zu können.

Auch möchte ich mich herzlich bei Dr. Jürg Paul Müller für seine Mithilfe bei der Feldarbeit, seine Unterstützung bei den Bestimmungen und für seinen wertvollen fachlichen Input, der zum Abschluss dieser Arbeit beigetragen hat, bedanken.

Ein besonderes Dankeschön gilt Philippe, der mich in jeglicher Hinsicht unterstützt hat. Tatkräftig bei der Feldforschung, sowie auch zuhause.

Ein riesiges Dankeschön an Isabela und Fausto, die mit grossem Engagement und Geduld meine Arbeit gegengelesen haben. Speziellen Dank an Isabela für die Illustration der Mammalia Box.

Vielen Dank an Valeria, die mich tatkräftig bei der Feldarbeit unterstützt hat und mit mir sogar über ganz Maienfeld bis nach Malans gewandert ist, um mit mir genetisches Material einzusammeln und die Fotoboxen zu kontrollieren.

## Zusammenfassung

Die Gruppe der kleinen Säugetiere in der Schweiz umfasst 34 Arten, davon werden 35% auf der roten Liste als gefährdet eingestuft. Sie sind auf strukturreiche Lebensräume angewiesen. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft und Meliorationen wurden wichtige Lebensräume fragmentiert und isoliert. Das Projekt von Pro Natura Graubünden «Strukturreiches Bündner Rheintal» hat sich zum Ziel gesetzt, die Lebensräume der gewählten Schirmarten, Hermelin (*Mustela erminea*) und Mauswiesel (*Mustela nivalis*), aufzuwerten und zu vernetzen. Dafür wurden (Klein-)Strukturen erstellt und gepflanzt. Angelehnt an dieses Projekt ist die vorliegende Bachelorarbeit entstanden. Das Ziel war die Nachweise der Mammalia Box an den von Pro Natura Graubünden erstellten Kleinstrukturen anzuwenden und somit die Nachweismethode zu testen und die Untersuchung des Einflusses auf die Artenvielfalt aufgrund deren Lebensräumen, der Vernetzung und dem Einfluss der Fliessgewässerdistanz zu untersuchen.

Das Untersuchungsgebiet vom Pro Natura Graubünden Projekt erstreckt sich von St. Luzisteig bis Trimmis. Die Mammalia Boxen wurden mit Weissblitz-Wildtierkameras ausgestattet und an zuvor definierten Standorten der Kleinstrukturen platziert und die zugehörigen Lebensraumtypen dokumentiert. Die aus den aufgenommenen Bildern resultierende Artnachweise wurden den Fragestellungen entsprechend statistisch ausgewertet.

Insgesamt konnten zehn Arten nachgewiesen werden. Sieben Arten konnten bis auf Art- und drei bis auf Gattungsniveau bestimmt werden. Die statistische Auswertung hat ergeben, dass die Artenvielfalt der Lebensraumtypen «Hecken» am höchsten war. Es zeigte sich zudem, dass die «gut» vernetzten Lebensräume mehr Vielfalt aufwiesen, als die «mässig bis schlecht» vernetzten. Die Untersuchung der Fliessgewässerdistanz auf die Artenvielfalt wies keine Signifikanzen auf.

Die Nachweismethode mit der Mammalia Box stellte sich im Rahmen dieser Arbeit als effizientes Mittel heraus. Weiterführend empfiehlt es sich, die Ereignisse pro Fallennacht zu analysieren, um die Effizienz der Mammalia Boxen zu ergründen.

Projekte wie dieses von Pro Natura Graubünden fördern, dank ihren Strukturierungen, die Qualität der Lebensräume und haben einen positiven Einfluss auf die Biodiversität. Die vorliegende Arbeit konnte dies erfolgreich für die Artengruppe der Kleinsäugetiere belegen. Die Aufwertung der Lebensräume sowie eine extensive und biodiversitätsfreundliche Bewirtschaftung sollten weiterhin vorangetrieben werden, da so Kleinsäuger gefördert werden, die eine wichtige ökologische Rolle spielen und als Indikatoren für artenreiche Kulturlandschaften dienen.

## Abstract

The group of small mammals in Switzerland comprises 34 species, 35% of which are classified as endangered on the red list. They are dependent on structurally rich habitats. Due to the intensification of agriculture and meliorations, important habitats have been fragmented and isolated. Pro Natura Graubünden's project «Strukturreiches Bündner Rheintal» aims to enhance and connect the habitats of the selected umbrella species, ermine (*Mustela erminea*) and weasel (*Mustela nivalis*), by creating and planting (small) structures. This bachelor's thesis is based on this project. The aim was to apply the Mammalia Box to the small structures created by Pro Natura Graubünden and thus to test the detection method and to investigate the influence on species diversity due to their habitats, connectivity and the influence of the distance to the watercourse.

The study area of the Pro Natura Graubünden project extends from St. Luzisteig to Trimmis. The Mammalia Boxes were equipped with white flash wildlife cameras and placed at previously defined locations of small structures and the associated habitat types were documented. The species detections resulting from the recorded images were statistically evaluated according to the questions.

A total of ten species were detected. Seven species could be identified down to species level and three down to genus level. The statistical evaluation showed that the species diversity of the habitat types «hedges» was highest. It also showed that the «well» connected habitats had more diversity than the «moderately to poorly» connected habitats. The study of the distance of watercourses to species diversity did not show any significance.

The detection method with the Mammalia Box proved to be an efficient tool in the context of this study. It is recommended to further analyze the events per trap night to find out the efficiency of the Mammalia Boxes.

Projects such as this one by Pro Natura Graubünden promote, thanks to their structuring, the quality of habitats and have a positive influence on biodiversity. The present work has successfully demonstrated this for the small mammal species group. The enhancement of habitats and extensive and biodiversity-friendly management should continue to be promoted, as this encourages small mammals, which play an important ecological role and serve as indicators of species-rich cultural landscapes.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Bedeutung der Kleinsäugetiere in der Schweiz und deren ökologische Ansprüche	1
1.2 Projekt «Strukturreiches Bündner Rheintal» Pro Natura Graubünden	2
1.3 Zielsetzung der Bachelorarbeit	4
<b>2. Methoden und Untersuchungsgebiet</b>	<b>5</b>
2.1 Untersuchungsgebiet	5
2.2 Methode Kleinsäugermonitoring	9
2.3 Datenauswertung und Analyse	13
<b>3. Resultate</b>	<b>14</b>
3.1 Nachweise mit der Mammalia Box	14
3.2 Lebensraum und Nachweise	17
3.3 Vernetzung und Nachweise	24
3.4 Fliessgewässerdistanz und Nachweise	26
<b>4. Diskussion</b>	<b>29</b>
4.1 Nachweise mit der Mammalia Box	29
4.2 Lebensraum und Nachweise	32
4.3 Vernetzung und Nachweise	32
4.4 Fliessgewässerdistanz und Nachweise	33
4.5 Schlussfolgerung und Ausblick	34
<b>5. Literaturverzeichnis</b>	<b>36</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Bedeutung der Kleinsäugetiere in der Schweiz und deren ökologische Ansprüche

Die Gruppe der kleinen Säugetiere in der Schweiz umfasst 34 Arten, davon werden 35% als gefährdet eingestuft (Capt, 2022). Diese Gilde wird von den Insektenfressern, den Nagetieren (ohne die mittelgrossen Arten) und den zwei kleinsten Raubtieren, den Hermelinen (*Mustela erminea* und *Mustela nivalis*), gebildet (Capt, 2022).

Eine ausgeprägte Vielfalt an Strukturen zeichnet ein naturnahes Kulturland aus und wird von Kleinsäugetieren sehr geschätzt (Müller, 2021). Kleinstrukturen, insbesondere Ast- und Steinhäufen, haben einen erheblichen Effekt auf die Biodiversität in Kulturlandschaften (Guntern et al., 2020; Rossier et al., 2021).

Durch den steigenden Grundbedarf an Nahrungsmitteln durch den Menschen, hat die landwirtschaftliche Nutzfläche einen starken Wandel erlebt und durchgemacht (Kleijn et al., 2009; Rossier et al., 2021). Die Intensivierung der Landwirtschaft führte zu einem Verschwinden und einer Minimierung wichtiger Lebensräume und Vernetzungen, dies als Folge der Meliorationen zwischen 1965 und 1990 (Lachat et al., 2010). So wurden wichtige Lebensräume isoliert und fragmentiert, welche von verschiedenen Tierarten bewohnt werden (Diacon-Bolli et al., 2012; Lachat et al., 2010; Rossier et al., 2021). Diese Lebensräume sind jedoch essenziell für viele Tierarten, da sie dort die Nahrung, Schutz vor Räubern, sowie Aufzuchtplätze für ihren Nachwuchs finden (Boschi, 2019; Brown et al., 1995; Cayuela et al., 2020; Heltai et al., 2015; Klemola et al., 2003; Magrini et al., 2009; Rossier et al., 2021).

Die meisten Kleinsäugetiere sind, hauptsächlich wegen ihrer Ernährung (Capt, 2022), eng an ihren Lebensraum gebunden. Die Landschaftsverarmung stellt die Hauptgefährdung für die Kleinsäugetiere dar (Capt, 2022). Verkleinerung und Isolierung der Lebensräume führen zu sinkenden Wildtierbeständen und Verkleinerung der Metapopulationen (Andrén, 1994; Rossier et al., 2021).

Um eine Aussage über den Zustand der Kleinsäuger machen zu können, benötigt man Daten über Nachweise. Diese können auf verschiedene Arten erhoben werden. Eine davon ist die Methode der Fotofallen.

Mit der heutigen Fotofallen-Technik wird ermöglicht, dass ein Ort über Monate oder sogar Jahre ohne grossen Unterhalt überwacht werden kann (Capt & Ruedi, 2021).

Diese lange Einsatzdauer begünstigt die Erfassung von heimlichen Arten und solchen, die in geringer Dichte vorkommen (Capt & Ruedi, 2021).

## 1.2 Projekt «Strukturreiches Bündner Rheintal» Pro Natura Graubünden

Das Projekt «Strukturreiches Bündner Rheintal» von Pro Natura Graubünden hat zum Ziel die Lebensräume von Wiesel und anderen Arten im Bündner Rheintal zu vernetzen und aufzuwerten.

Dies wird durch die Erstellung von verschiedenen Kleinstrukturen in Form von Ast- und Steinhäufen, sowie weiteren Strukturen, wie Hecken, in der Kulturlandschaft realisiert (Jung, 2020). Als Schirmarten für dieses Projekt wurden das Hermelin (*Mustela erminea*; Rote-Liste-Status: nicht gefährdet LC (Capt, 2022)) und das Mauswiesel (*Mustela nivalis*; Rote-Liste-Status: verletzlich VU (Capt, 2022)) gewählt.

Diese zwei Arten eignen sich besonders gut, da sie auf eine strukturreiche Umgebung angewiesen sind (Robin et al., 2017). Ausserdem sind sie als Mäusejäger in der Landwirtschaft gerne gesehen (Jung, 2020). Wiesen und Weiden stellen für die Hermeline und Mauswiesel essenzielle Jagdstandorte dar, da dort die grösste Vielfalt an verschiedenen Wühlmäusen vorkommt (Müri, 2015).

Wichtig für den Lebensraum der Wiesel-Populationen ist die Vernetzung. Der Weg zu geeigneten Habitaten ist ohne Lenkstrukturen schwierig zu finden (Müri, 2015). Mithilfe von Hecken, Bächen oder anderen geeigneten Lenkstrukturen, sowie Trittsteinbiotopen, lassen sich Hermeline und Mauswiesel von einem Habitat zum anderen leiten (Boye, 2003; Holyoak, 2008; Müri, 2015; Jung, 2020).

Durch die Aufwertung und Vernetzung der Lebensräume profitieren auch andere gefährdete Arten. Darunter fallen Kleinsäugetiere, wie zum Beispiel die Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*; Rote-Liste-Status: verletzlich VU (Capt, 2022)), die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*; Rote-Liste-Status: verletzlich VU (Capt, 2022)) oder die Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*; Rote-Liste-Status: stark gefährdet EN (Capt, 2022)), die durch die Verschlechterung der strukturreichen Lebensräume bedroht werden (Capt, 2022).

Das Projektgebiet im Bündner Rheintal wurde gewählt, weil es die Verbindung zwischen Mittelland und Alpenraum darstellt und sich somit bestens für die Förderung von Strukturen für Hermeline und Mauswiesel eignet (Jung, 2020). Es wurde eine Lebensraum- und GIS-Analyse von Pro Natura Graubünden ausgeführt, um geeignete Lebensräume und mögliche Vernetzungsachsen im Talboden des Bündner Rheintals zu eruieren (Dürst, 2019; Jung, 2020). Die Kernpatches für die Aufzuchtgebiete der Hermeline und Mauswiesel befinden sich an grossflächigen Wiesen und Weiden, welche sich zwischen den Reb- und Waldrandgebieten befinden (Jung 2020). Die Analyse hat ergeben, dass sich die geeigneten Kernpatches in zwei Schwerpunktgebiete (nördlich/südlich Landquart) aufteilen lassen, welche unter sich gut vernetzt sind.



In der folgenden Karte sind die Lebensraum-Kernpatches aufgeführt (Abbildung 1).

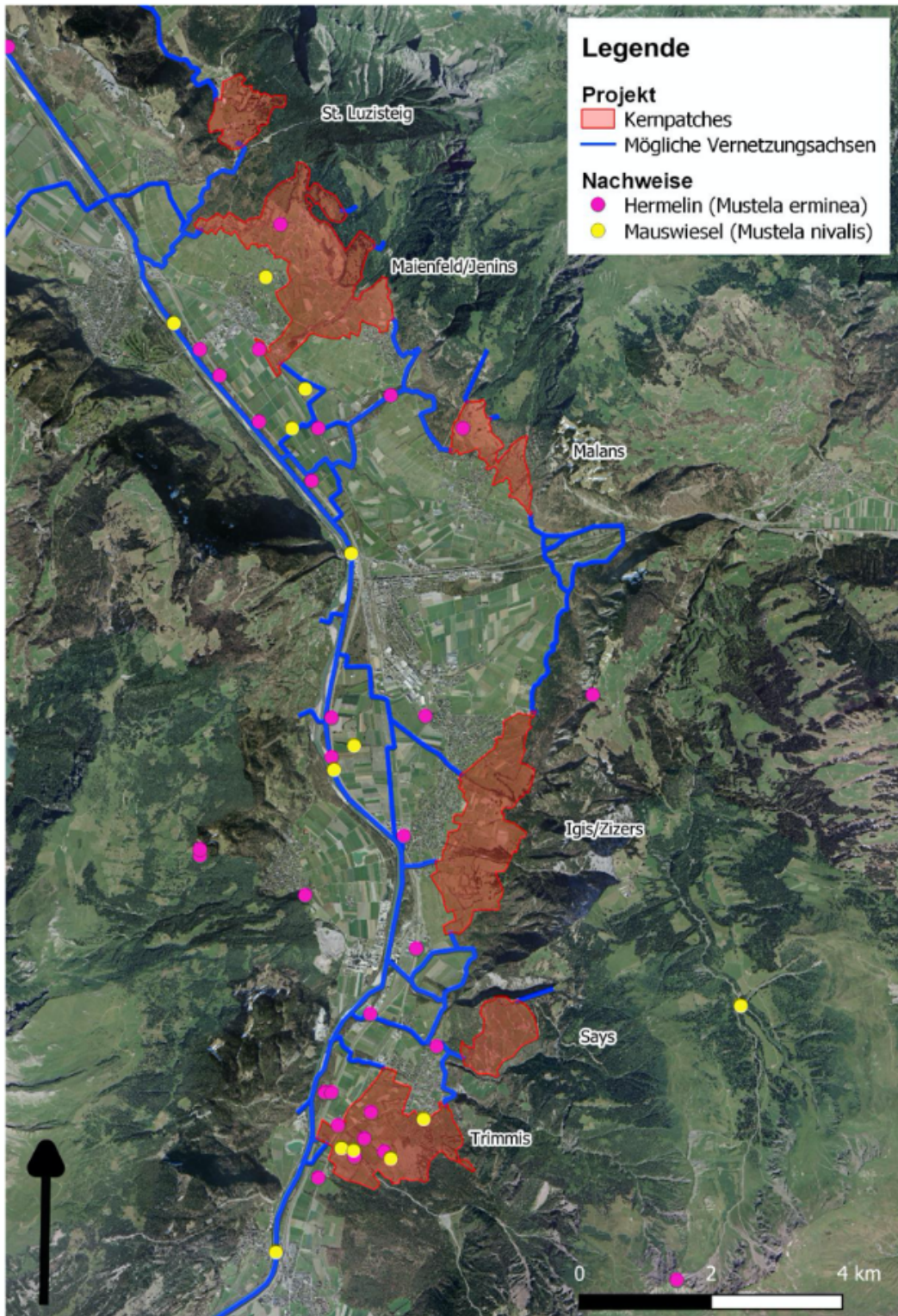


Abbildung 1: Übersicht über die Lebensraum-Kernpatches und die potenziellen Vernetzungsachsen im Bündner Rheintal (Quelle: Jung 2020). In der Karte sind zudem die vorhandenen Nachweise der ausgewählten Schirmarten Hermelin (*Mustela erminea*) und Mauswiesel (*Mustela nivalis*) dargestellt (Quellen: Artnachweise CSCF Neuenburg, Hintergrundkarte Swisstopo).



### 1.3 Zielsetzung der Bachelorarbeit

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist, die Nachweismethode der Mammalia Box an den von Pro Natura Graubünden erstellten Kleinstrukturen anzuwenden und somit folgende zwei Aspekte zu ergründen:

Einerseits werden die Anwendung und das Vorgehen der Methodik mit der Mammalia Box beschrieben und ausgeführt. Dafür werden nacheinander drei Gebiete mit zehn Fotofallenboxen bestückt und hintereinander bearbeitet.

Andererseits wird der ökologische Aspekt untersucht, indem die Fotofallenboxen an Kleinstrukturen in ausgewählten Lebensraumtypen aufgestellt und für einen Monat stehen gelassen werden. Es wird der Einfluss des Lebensraumes, der Vernetzung und der Distanz zu einem Fließgewässer auf die Artenvielfalt und die -zusammensetzung angeschaut.

Dazu wurden folgende Fragestellungen ausgearbeitet:

- 1) Wie gut können Kleinsäuger mit der Mammalia Box an Kleinstrukturen nachgewiesen werden?
- 2) Kann die Anzahl nachgewiesener Arten an der Kleinstruktur anhand des Lebensraums erklärt werden, in dem die Kleinstruktur eingebettet ist? Wie unterscheidet sich die Artenvielfalt, respektive die Artenzusammensetzung zwischen den Lebensräumen?
- 3) Kann die Artenvielfalt an der Kleinstruktur anhand der Vernetzungsbewertung (gut /mässig–schlecht) erklärt werden? Unterscheidet sich die Artenvielfalt zwischen den unterschiedlich vernetzten Kleinstrukturen?
- 4) Hat die Distanz zu einem Fließgewässer einen Einfluss auf die Artenvielfalt, respektive die Artenzusammensetzung der nachgewiesenen Arten?

## 2. Methoden und Untersuchungsgebiet

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet kann als Verbindung zwischen Mittelland und dem Alpenraum gesehen werden und eignet sich somit für die Förderung von Strukturen für Hermeline und Mauswiesel (Jung, 2020). Zusammenhängende Dauerwiesen und -weiden gehören zu den Kernlebensräumen für Hermeline und Mauswiesel (Jung, 2020), sowie auch für weitere Kleinsäuger (Müller, 2021). Obwohl die verschiedenen Kleinsäugetiere unterschiedliche Grosslebensräume besiedeln, bevorzugen sie alle Lebensräume mit vielen Kleinstrukturen (Müller, 2021).

Das Untersuchungsgebiet innerhalb des Bündner Rheintales erstreckt sich von St. Luzisteig bis Trimmis (Abbildung 1). Das ganze Gebiet liegt rechtsseitig des Rheines und wird von der Landquart unterteilt. Trimmis bis Igis/Zizers liegt südlich und Malans bis St. Luzisteig nördlich der Landquart (Swisstopo, 2023).

Der jährliche Niederschlag im Gebiet beträgt im Schnitt 700–1100 Millimeter. Die Messungen des Jahres 2022 der Messstation Bad Ragaz zeichnen einen Durchschnittswert von ca. 850 Millimeter auf. Die mittlere Jahrestemperatur liegt zwischen 8–10 Grad. Im Jahr 2022 wurde von der Messstation Bad Ragaz eine mittlere Jahrestemperatur von 11.8 Grad Celsius gemessen. Die Sonnenscheindauer pro Jahr liegt bei 48–54% zur effektiven Sonnenscheindauer. Bei der Messstation Bad Ragaz wurden im Jahr 2022 ca. 1972 Stunden Sonnenscheindauer gemessen (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, 2023).

Innerhalb des Bündner Rheintals wurden im Rahmen des Wieselförderprojektes «Strukturreiches Bündner Rheintal» von Pro Natura Graubünden Standorte für die hier vorliegende Feldforschung ausgewählt und in drei Gebiete aufgeteilt. Die Standorte für die Platzierung der Mammalia Boxen wurden aufgrund der Lokalitäten der von Pro Natura Graubünden angelegten Kleinstrukturen bestimmt.

Insgesamt wurden die Mammalia Boxen in fünf verschiedene Lebensraumtypen platziert:

**Die Dauerwiese** gehört zu den Dauergrünflächen, die mit Gräsern und Kräutern bewachsen sind, seit mehr als 6 Jahren bestehen und mindestens einmal pro Jahr zur Futtergewinnung gemäht werden (Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2017).

**Die Extensivwiese** ist eine vielfältig und artenreich bewachsene Dauerwiese. Sie wird nicht gedüngt und je nach landwirtschaftlicher Zone ab Juni oder Juli mindestens einmal pro Jahr geschnitten.

Extensivwiesen kommen zum Beispiel entlang von Ackerland und intensiv genutzten Wiesenland, sowie Hochstammobstgärten, als Saum entlang von Gehölzen, vor (Bollmann & Schmid, 1997).

**Die Hecke** wird rechtlich als eine Gehölzfläche definiert, die aus einheimischen und standortgerechten Heckengehölzen besteht und eine geschlossene Einheit bilden sollte. Die Grösse sollte zwischen 50–800m<sup>2</sup> liegen. Wenn diese Kriterien nicht erfüllt werden, die Gehölzfläche jedoch in besonderem Mass zur Schutz- und Wohlfahrtswirkung beiträgt, können sie trotzdem als Hecken gelten. Eine gute Hecke sollte eine Strauchschicht und einen Krautsaum aufweisen (Amt für Landschaft und Natur ALN, 2014).

**Die Rebflächen** werden hier als Reben bezeichnet. Diese gehören zu den Landwirtschaftsflächen und werden traditionell oder mechanisch bewirtschaftet. Sie besitzen einen landschaftlichen, kulturellen und ökologischen Wert. Die Trockensteinmauern, sowie das warme und trockene Klima auf den Reb-Terrassen, sind besonders wertvoll für die Flora und Fauna (Zurbrüggen & Benz, 2014).

**Der Waldrand** setzt sich aus mehreren Waldrandbereichen zusammen. Bestehend aus einem Krautsaum, einem Strauchgürtel und einem Waldmantel, bilden diese Bereiche ein ineinander übergehendes Konstrukt. Ein idealer Waldrand ist artenreich und bildet ein komplexes Biotopverbundsystem, welches für die Fauna von grosser Bedeutung ist (Costa, 2001).



Abbildung 2: Dieser Standort, R60B, gehört zum Lebensraumtyp Reben. Foto: Livia Gyax 2022.

Des Weiteren wurden für die Standorte folgende Lebensraumkriterien miteinbezogen:

- Kleinstruktur in der Nähe eines Fließgewässers (weniger als 60 Meter, Sichtdistanz)

Als zweites Kriterium wurden die Standorte nach ihrem Vernetzungsgrad bewertet:

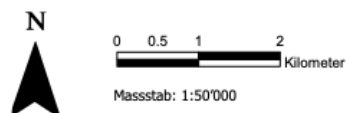
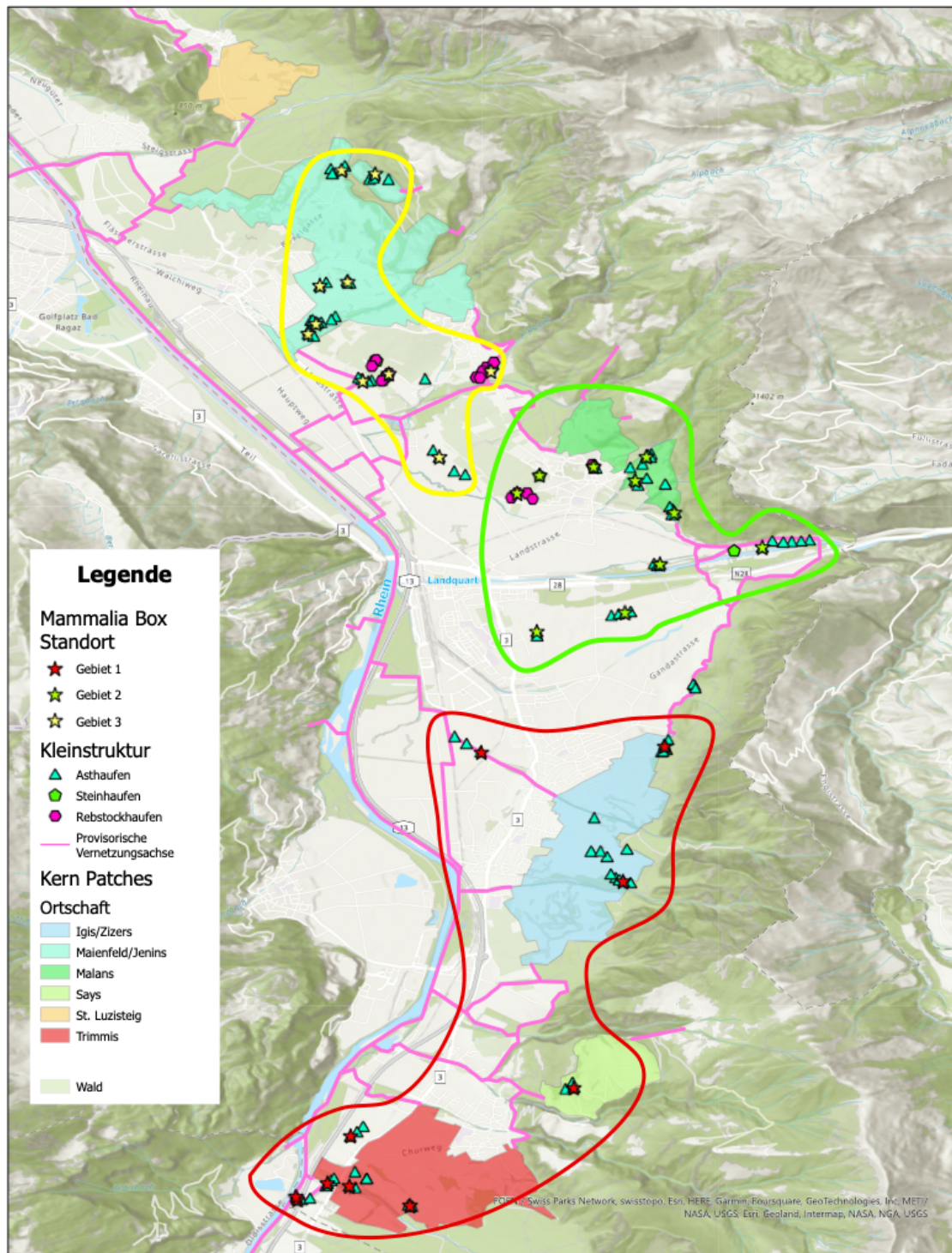
- Kleinstruktur mit guter Vernetzung
- Kleinstruktur mit mässig bis schlechter Vernetzung

Die Einteilung für die Vernetzung mit «gut» oder «mässig bis schlecht», richtet sich nach der fachgutachtlichen Einschätzung der Qualität der Lebensräume nach Dürst (2019) (siehe Anhang F) (Jung, 2020), die für das Pro Natura Graubünden Projekt «Strukturreiches Bündner Rheintal» und den Vernetzungsachsen, die in Abbildung 1 ersichtlich sind, gültig ist. Zusätzlich wurde für die Bewertung auf die umliegende Umgebung der Standorte, die Anzahl vorhandener (Klein-)Strukturen und auf den Lebensraum geachtet.

Die beschriebenen Lebensräume und der Grad der jeweiligen Vernetzung sind zusammen mit der Vorarbeit von Pro Natura Graubünden eine wichtige Grundlage für die Methoden der hier vorliegenden Arbeit und für die Einschätzung der Resultate.



## Untersuchungsgebiet Mammalia Boxen Standorte



Credits: Bachelorarbeit "Kleinsäugermonitoring mit der Mammalia Box im Bündner Rheintal" ZHAW

Daten: Erhalten von Monika Jung Projektleiterin "Strukturreiches Bündner Rheintal" Pro Natura; swisstopo

Koordinatensystem: CH1903 + LV95  
 Autorin: Livia Gyga  
 Datum: 10.01.2023

Abbildung 3: Karte der Standorte der platzierten Mammalia Boxen an den vorhandenen Kleinstrukturen von Pro Natura Graubünden. Eigene Darstellung: Livia Gyga 2023.

## 2.2 Methode Kleinsäugermonitoring

Das Kleinsäugermonitoring wurde mithilfe von Mammalia Boxen (Aegerter, 2019) und Wildtierkameras von Reconyx (Reconyx Inc., 2017) durchgeführt. Während dreizehn Wochen wurden mit zehn dieser Fotofallenboxen dreissig verschiedene Standorte untersucht. Die zuvor definierten Standorte wurden mit den Betreuenden besprochen. Die Handhabung mit den Mammalia Boxen und den Wildtierkameras wurde ebenfalls mit den Betreuenden besprochen und erklärt.

In der folgenden Tabelle werden die Zeitangaben zur Ausbringung der Mammalia Boxen aufgezeigt. Insgesamt wurden die Fotoboxen dreimal auf- und wieder abgebaut.

*Tabelle 1: Zeitangaben Feldarbeit, gegliedert in Gebiete, Auf- und Abbau.*

<b>Gebiet</b>	<b>Datum Aufbau</b>	<b>Datum Abbau</b>
<b>1</b>	31.05.2022	05.07.2022
<b>2</b>	05.07.2022	02.08.2022
<b>3</b>	02.08.2022	30.08.2022

Der Aufbau der Mammalia Boxen dauerte jeweils einen ganzen Tag. Dafür wurden die Standorte der Kleinstrukturen (Ast-, Stein-, Rebstock-Haufen) mithilfe der zuvor erstellten GIS-Karte aufgesucht und bearbeitet. Die Karte zeigt die Standorte der Mammalia Boxen sowie die Unterteilung der Gebiete anhand eines Farbcodes, sowie ergänzend die Kernpatches und provisorischen Vernetzungsachsen des Pro Natura Graubünden Projektes (Abbildung 3).

Die Kameras innerhalb der Boxen wurden mit einem beschrifteten Chip ausgestattet. Die Boxen wurden an der Aussenwand und an der inneren Frontwand mit dem Kameranamen und der Gebietsnummer beschriftet (Abbildung 10). Es wurde darauf geachtet, dass die Mammalia Boxen am Rand der Kleinstruktur oder in direkter Nähe einer Leitstruktur aufgestellt wurden und dass die Boxen sich nicht bewegten und möglichst waagrecht standen. Die Boxen wurden nicht beködert. In den Abbildungen 6 und 7 sind zwei Standortplatzierungen als Beispiele aufgezeigt.

Zusätzlich wurde ein Karton-Spurentunnel innerhalb des Asthaufens oder an einem nahegelegenen Ast platziert. Dies fand im Rahmen eines weiteren Projektes von Pro Natura Graubünden zum Nachweis von Gartenschläfern statt (Abbildungen 8 und 9). Die Resultate, welche diesbezüglich von Pro Natura Graubünden ausgewertet wurden, liegen im Anhang G vor.

Parallel dazu wurden die Koordinaten mithilfe eines GPS-Gerätes erfasst sowie die Exposition mit dem iPhone-Kompass festgestellt. Zudem wurden auch die Angaben zum Lebensraumtyp und dem Vernetzungsgrad in einem vorbereiteten Feldprotokoll dokumentiert.





Abbildung 4: Beim Zusammenstecken der Mammalia Box. Livia Gygax, 2022.



Abbildung 5: Einsatzbereite Mammalia Box im Gebiet 2. Livia Gygax, 2022.





Abbildung 6: Standort R20A, Gygax 2022.



Abbildung 7: Standort R22B, Gygax 2022.



Abbildung 8: Spurentunnel erhöht auf Liane angebracht, Gygax 2022.



Abbildung 9: Spurentunnel innerhalb der Kleinstruktur platziert. Gygax 2022.



## Einsatzbereite Mammalia Box

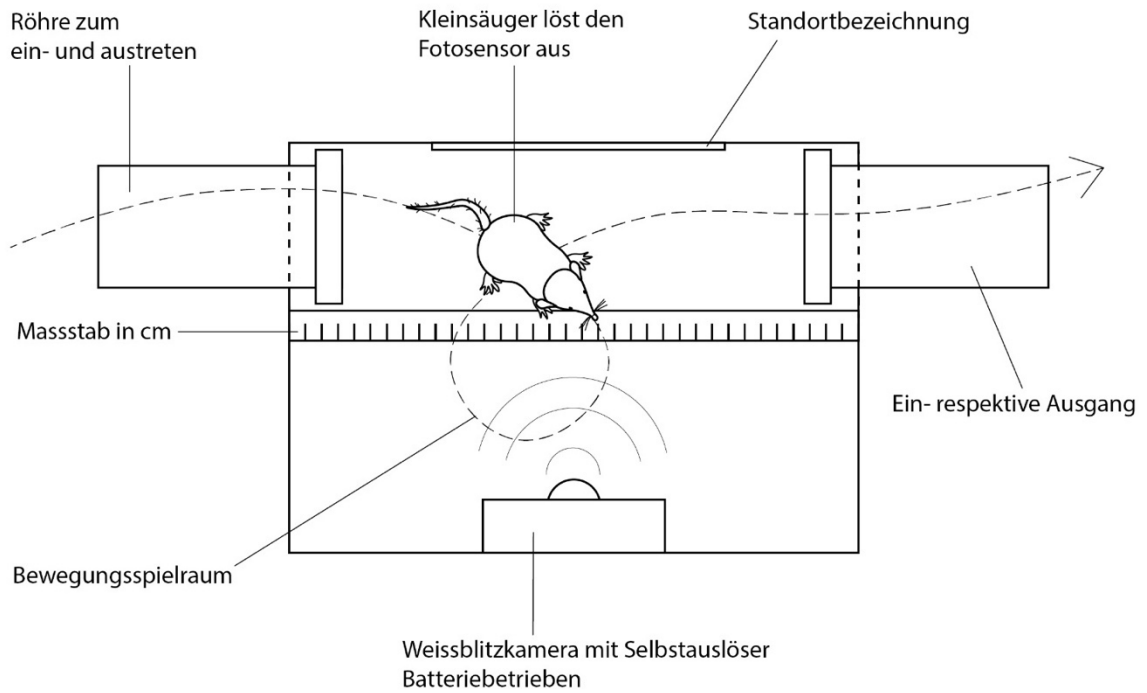


Abbildung 10: Illustration einer Einsatzbereiten Mammalia Box in Vogelperspektive. Illustration von Isabela Gygax, 2023.

## 2.3 Datenauswertung und Analyse

Die Interpretation der Fotofallenbilder erfolgte aus verschiedenen Quellen. Zum einen wurde Fachliteratur beigezogen, namentlich die Fauna Helvetica von Marchesi et al. (2008), dem Bestimmungsschlüssel für Kleinsäuger (Reifler-Bächtiger, 2020), sowie die direkte fachliche Expertise von Martina Reifler-Bächtiger und Dr. Jürg Paul Müller. Die Resultate wurden in einer Excel-Tabelle dokumentiert. Für die Datenanalyse wurden die Programme Excel und R-Studio benutzt. Die Excel-Tabelle wurde im Long-Format aufgeführt.

Die Fragestellungen wurden folgendermassen analysiert:

1. *Kann die Anzahl nachgewiesener Arten an der Kleinstruktur anhand des Lebensraums erklärt werden, in dem die Kleinstruktur eingebettet ist? Wie unterscheidet sich die Artenvielfalt, resp. die Artenzusammensetzung zwischen den Lebensräumen?*

Um die Mittelwerte der Artenvielfalt und anschliessend die Mittelwerte der Anzahl Eintritte pro Lebensraum auf Signifikanzen zu überprüfen, wurde eine einfaktorielle «ANOVA» durchgeführt. Dafür wurden die Daten zuerst auf ihre Normalverteilung mit dem «Shapiro Wilk Test» und auf ihre Varianzhomogenität mit dem «Bartlett-Test» geprüft, damit die Voraussetzungen für die «ANOVA» gegeben waren.

2. *Kann die Anzahl nachgewiesener Arten an der Kleinstruktur anhand der Vernetzung (gut/ mässig bis schlecht) erklärt werden? Unterscheidet sich die Artenvielfalt zwischen den unterschiedlich vernetzten Kleinstrukturen?*

Auch bei dieser Fragestellung wurde ein ähnliches Testverfahren gewählt; nämlich die Daten auf Signifikanz zwischen den Mittelwerten zu prüfen. Hierfür wurde ein «Students t-Test» durchgeführt. Auch hier wurden die Daten auf Normalverteilung mit dem «Shapiro Wilk Test» und anschliessend auf ihre Varianzhomo-/heterogenität mit dem Varianztest «var.test» geprüft.

3. *Hat die Distanz zu einem Fliessgewässer einen Einfluss auf die Artenvielfalt respektive die Artenzusammensetzung der nachgewiesenen Arten?*

Diese Fragestellung wurde analog zur vorherigen Fragestellung bearbeitet, da es wieder zwei Stichproben gab, bei denen die Mittelwerte auf Signifikanz untersucht wurden.

Für die statistischen Test wurde das Signifikanzniveau Alpha auf 0.05 festgelegt.

Das Skript der Datenauswertung wird im Anhang D aufgeführt.

### 3. Resultate

#### 3.1 Nachweise mit der Mammalia Box

In der vorliegenden Studie mit den Fotofallenboxen wurden insgesamt zehn verschiedene Arten gefunden (Tabelle 2).

Die Artenzahl war in allen drei Gebieten ähnlich. Im Gebiet 1 und 3 konnten 9 Taxa nachgewiesen werden und im Gebiet 2, 8 Taxa. Drei der zehn Arten konnten nur bis auf Gattungsniveau bestimmt werden. Die höchste Anzahl an Ereignissen liess sich im Gebiet 3 erheben, am wenigsten Ereignisse gab es im Gebiet 2.

*Tabelle 2: Taxaliste der Gebiete 1 (Trimmis bis Zizers/Igis), 2 (Malans), 3 (Maienfeld/Jenins) gemäss Abbildung 3. Die Zahlen pro Gebiet beschreiben die Anzahl Eintritte der jeweiligen Art. Auch ist die Anzahl verschiedener Taxa angegeben. Die Arten, die nur bis auf Gattungsniveau bestimmt werden konnten, zählen als eine Art. Individuen, die nicht genau bestimmt werden konnten, werden als UNBS = unbestimmt aufgelistet, sind jedoch in der Anzahl Nachweise und Taxa nicht miteinbezogen. Livia Gygax 2022.*

Familie	Art abgekürzt	Art	Gebiet 1	Gebiet 2	Gebiet 3
<i>Muridae</i>	APSP	<i>Apodemus sp.</i>	55	83	466
<i>Soricidae</i>	CRLE	<i>Crocidura leucodon</i>	4	10	19
<i>Soricidae</i>	CRRU	<i>Crocidura russula</i>	0	2	0
<i>Gliridae</i>	GLGL	<i>Glis glis</i>	6	19	24
<i>Cricetidae</i>	MIAR	<i>Microtus arvalis</i>	17	4	23
<i>Mustelidae</i>	MUER	<i>Mustela erminea</i>	15	0	22
<i>Cricetidae</i>	MYGL	<i>Myodes glareolus</i>	155	53	393
<i>Soricidae</i>	NESP	<i>Neomys sp.</i>	22	0	71
<i>Soricidae</i>	SOMI	<i>Sorex minutus</i>	7	5	3
<i>Soricidae</i>	SOSP	<i>Sorex sp.</i>	68	6	12
	<b>Anzahl Nachweise</b>		<b>349</b>	<b>182</b>	<b>1033</b>
	<b>Anzahl Taxa</b>		<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	UNBS	Unbestimmte Art	23	10	81

Die Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*) wurde in allen Gebieten nachgewiesen, die Hauspitzmaus (*Crocidura russula*) jedoch nur im Gebiet 2.

Im Gebiet 2 konnten keine Nachweise von Hermelinen (*Mustela erminea*) und Wasserspitzmäusen (*Neomys sp.*) erbracht werden. Ansonsten wurden alle weiteren Arten in allen drei Gebieten nachgewiesen (Tabelle 2).

### **Wochenauflistung Arten**

Um die Entwicklung der Artenzusammensetzung innerhalb der Monitoringzeit anzuschauen, wurde eine Wochenansicht der Ereignisse pro Gebiet erstellt. Im Gebiet 1 blieben die Mammalia Boxen für fünf Wochen am jeweiligen Standort, bei Gebiet 2 und Gebiet 3 blieben die Boxen jeweils vier Wochen stehen.

Im ersten Gebiet wurden auch nach vier Wochen noch neue Artennachweise erbracht (Abbildung 11). Im Gebiet 1 bei Standort 10 wurde ein Hermelin-Nachweis und an den Standorten 2, 5 und 10 konnten in der 4. Woche Nachweise der Feldspitzmaus gemacht werden. In der 5. Woche kam bei einem Standort ein Siebenschläfer-Nachweis (*Glis glis*) dazu. Die restliche Artenzusammensetzung blieb gleich.

Im Gebiet 2 wurden weniger Ereignisse gezählt, jedoch blieb die Artenzusammensetzung fast gleich (Abbildung 12). Bei 60% der Standorte konnten in der ersten Woche keine Nachweise von Kleinsäugetieren erbracht werden. Am Standort 15 gab es über den gesamten Zeitraum keine Nachweise. Der Standort befand sich am Waldrand und wurde als «gut vernetzt» bewertet (Anhang C). Am Standort 14, der sich an einer Hecke befand und ebenfalls als «gut vernetzt» bewertet wurde, gab es hingegen die grösste Vielfalt innerhalb des Gebietes und in der dritten Woche wurden sechs verschiedene Arten nachgewiesen (u.a. Feld- (*Crocidura leucodon*) und Hausspitzmaus (*Crocidura russula*)). Die Hausspitzmaus (*Crocidura russula*) wurde von allen drei Gebieten nur am Standort 14 nachgewiesen. Ausserdem gab es keine Nachweise von Hermelinen (*Mustela erminea*) im Gebiet 2.

Im Gebiet 3 (Abbildung 13) wurden an den Hecken-Standorten 21 und 23 Hermelin-Nachweise erbracht. Analog dazu wurden bei den Auswertungen der Spurenblätter (Anhang G) durch Pro Natura Graubünden ebenfalls Hermeline nachgewiesen. Es gab an fast allen Standorten (ausser 21 und 30) jede Woche Nachweise. Im Gebiet 3 gab es an vier Standorten Nachweise von Wasserspitzmäusen (*Neomys sp.*).

Im Gebiet 3 wurden die meisten Nachweise der Gattung *Neomys* gemacht (siehe Tabelle 2). Es kann sich dabei um *Neomys fodiens* oder *Neomys anomalus* gehandelt haben, da diese Arten im Gebiet vorkommen, wobei schon seit längerem keine aktuellen Nachweise dokumentiert worden sind (Infofauna CSCF, 2022).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SOSP	x	NESP	MYGL	MYGL	APSP	x	MYGL	x	APSP	
SOSP	APSP	MIAR	APSP	APSP	APSP	x	MYGL	MYGL	MYGL	
SOSP	APSP	SOSP	MYGL	x	APSP	x	SOMI	MYGL	APSP	
NESP	x	MIAR	MYGL	MYGL	MYGL	SOMI	MYGL	CRLE	MYGL	
MIAR	APSP	APSP	MYGL	APSP	SOSP	SOMI	MYGL	SOMI	MYGL	
SOSP	CRLE	MIAR	APSP	CRLE	APSP		SOSP	MYGL	APSP	
NESP		SOSP	MYGL	SOMI	APSP		GLGL	APSP	MUER	
MIAR		MYGL	SOSP	SOSP			MYGL		MYGL	
NESP		MIAR		x			SOSP		APSP	
SOSP		SOSP							CRLE	
MIAR		NESP							NESP	
		MIAR							MUER	
		MYGL							APSP	
		APSP							MYGL	

Legende
Woche 1
Woche 2
Woche 3
Woche 4
Woche 5

Abbildung 11: Gebiet 1 wurde über fünf Wochen überwacht. In der 5. Woche kamen an mehreren Standorten noch neue Arten dazu. Erfolgreich waren die Hermelin-Nachweise bei Standort 10, für das Pro Natura Graubünden Projekt «Strukturreiches Bündner Rheintal», diese wurden in der 5. Woche gemacht.

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
APSP	MIAR	x	APSP	x	x	x	x	x	MIAR	
APSP	APSP	SOSP	GLGL	x	SOMI	APSP	x	CRLE	MIAR	
x	x	APSP	MYGL	x	MYGL	APSP	CRLE	APSP	x	
x	x	APSP	CRLE	x	SOSP	MYGL	APSP	x	x	
	MIAR	CRLE	APSP		MYGL	SOSP	CRLE			
			MYGL		SOMI					
			GLGL		x					
			CRLE							
			CRLE							
			SOSP							
			SOMI							
			MYGL							
			APSP							
			GLGL							
			APSP							
			MYGL							
			GLGL							
			CRRU							

Legende
Woche 1
Woche 2
Woche 3
Woche 4

Abbildung 12: Im Gebiet 2 wurden die Mammalia Boxen nach vier Wochen abgebaut. Standort 14 sticht mit sechs Arten in der 3. Woche heraus. Standort 15 blieb über vier Wochen lang unbesucht.

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MUER	CRLE	MUER	APSP	NESP	NESP	APSP	MYGL	SOMI	APSP	
APSP	MIAR	MUER	GLGL	APSP	APSP	CRLE	MYGL	APSP	APSP	
MYGL	MIAR	x	SOSP	MYGL	NESP	APSP	MYGL	MYGL	APSP	
APSP	MIAR	APSP	CRLE	MYGL	APSP	CRLE	APSP	NESP	x	
APSP	SOSP	CRLE	APSP	NESP	MYGL	CRLE	MYGL	SOSP		
MUER	MIAR	MIAR	GLGL	APSP	MYGL	APSP	APSP	SOSP		
MYGL	APSP		MYGL	APSP	NESP	APSP		APSP		
x			CRLE	MYGL				NESP		
			APSP	NESP				NESP		
			GLGL	MYGL				SOSP		
			MYGL	APSP				MYGL		
			CRLE	NESP				APSP		
			APSP					NESP		
			MYGL					SOSP		
			GLGL					APSP		
			CRLE							
			NESP							

Legende
Woche 1
Woche 2
Woche 3
Woche 4

Abbildung 13 Im Gebiet 3 wurden die Mammalia Boxen nach vier Wochen abgebaut. Hier kamen auch in der 4. Woche neue Arten dazu. Bei Standort 21 und 30 passierte in der 4. Woche nichts mehr, dies waren aber die einzigen Orte, bei denen keine weiteren Besuche stattfanden.

## 3.2 Lebensraum und Nachweise

An den Standorten der Hecken wurden Nachweise von insgesamt zehn Arten erbracht. Das bedeutet, dass alle der nachgewiesenen Arten in Hecken vorgekommen sind. Von allen fünf Lebensraumtypen war in den Hecken die Anzahl der Eintrittsereignisse dementsprechend am höchsten (Abbildung 14). Die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) und die Waldmausarten (*Apodemus sp.*) waren im Lebensraumtyp Hecke am dominantesten. Am Waldrand und den Extensivwiesen wurden am häufigsten Waldmausarten (*Apodemus sp.*) nachgewiesen. Auf den Dauerwiesen-Standorten wurden Rötelmäuse (*Myodes glareolus*) und Rotzahnspitzmäuse (*Sorex sp.*) als häufigste Arten erfasst. In den Reb-Standorten wurden vier verschiedene Arten nachgewiesen: Waldmausarten (*Apodemus sp.*), Feldspitzmäuse (*Crocidura leucodon*), Hermeline (*Mustela erminea*) und Feldmäuse (*Microtus arvalis*). Die Hermelin-Nachweise (*Mustela erminea*) wurden ausschliesslich innerhalb der Lebensräume Hecke und Reben erbracht.



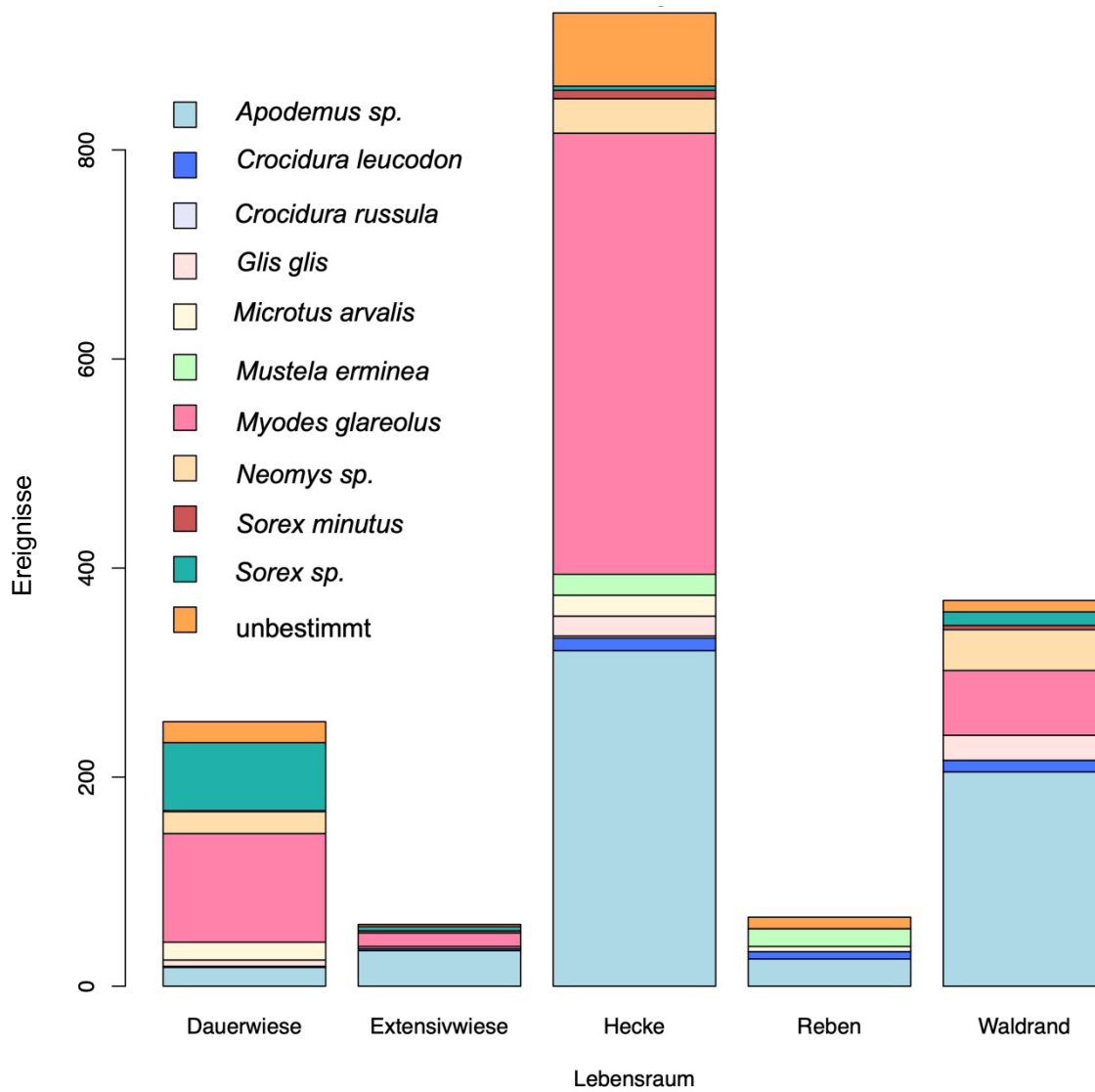


Abbildung 14: Artenzusammensetzung nach den fünf Lebensraumtypen gegliedert, diese Abbildung stellt Tabelle 2 grafisch dar. Hier sieht man deutlich, dass der Lebensraumtyp Hecke mit zehn verschiedenen Arten am artenreichsten war. Eigene Darstellung: Livia Gyga, 2023.

Tabelle 3: Artenliste nach Lebensräumen; In Tabelle 3 werden die Arten nach Standorten innerhalb der Gebiete und deren Lebensräume aufgezeigt. Das Feld «Fließgew. Nähe» beschreibt die Fließgewässer, die maximal 60 Meter von den Kleinstrukturen entfernt waren.

	APSP	CRLE	CRRU	GLGL	MIAR	MUER	MYGL	NESP	SOMI	SOSP
1					x			x		x
2	x	x								
3	x				x		x	x		x
4	x						x			x
5	x	x					x		x	x
6	x						x			x
7									x	
8				x			x		x	x
9	x	x					x		x	
10	x	x				x	x	x		
11	x									
12	x				x					
13	x	x								x
14	x	x	x	x			x		x	x
15										
16							x		x	x
17	x						x			x
18		x								
19	x	x								
20					x					
21	x					x	x			
22	x	x			x					x
23	x	x			x	x				
24	x	x		x			x	x		x
25	x						x	x		
26	x						x	x		
27	x	x								
28	x						x			
29	x						x	x	x	x
30	x									

Dauerwiese	Extensivwiese	Hecke	Reben	Waldrand	Fließgew. Nähe
------------	---------------	-------	-------	----------	----------------

Dauerwiese: Im Lebensraum Dauerwiese war die Artenvielfalt eher tief, der Median liegt bei 0.755 (Abbildung 15: Shannon Index), die Gleichmässigkeit der Artenvertretung liegt in der Mitte, der Median liegt bei 0.595 (Abbildung 16: Evenness). Die Diversität ist gering, der Median liegt bei 0.33 (Abbildung 17: Simpson Index). Insgesamt wurden sechs Standorte auf Dauerwiesen untersucht.

Extensivwiesen: Die Artenvielfalt war eher tief, aber höher als bei den Dauerwiesen, der Median lag bei 0.95 (Abbildung 15: Shannon Index). Die Artenverteilung war schön gleichmässig verteilt, mit dem Median bei 0.74 (Abbildung 16: Evenness).

Die Diversität lag in der Mitte mit dem Median bei 0.545 (Abbildung 17: Simpson Index). Es wurden vier Standorte auf Extensivwiesen untersucht, hätte es mehr Standorte gegeben wären die Daten etwas umfangreicher und somit aussagekräftiger gewesen.

Hecke: Die Artenvielfalt war im Lebensraum Hecke am höchsten und über dem Durchschnitt, der Median lag bei 1.08 (Abbildung 15: Shannon Index). Die Artenvorkommnisse waren eher gleichmässig verteilt, der Median liegt bei 0.66 (Abbildung 16: Evenness). Die Diversität ist minim höher als bei der Extensivwiese und somit am höchsten von allen Lebensräumen. Der Median lag bei 0.52 (Abbildung 17: Simpson Index). Der Hecken-Lebensraum ist mit zehn Standorten am häufigsten vertreten.

Reben: Hier liegt die Artenvielfalt bei 0.46 (Abbildung 15: Shannon Index), die Verteilung der Arten war eher ungleichmässig mit einem Median von 0.34 (Abbildung 16: Evenness). Die Diversität war am geringsten bei 0.29 (Abbildung 17: Simpson Index). Es wurden vier Standorte mit dem Lebensraumtyp Reben untersucht, um ein aussagekräftigeres Resultat zu erzielen, hätte es mehr Daten gebraucht.

Waldrand: Am Waldrand wurden sechs Standorte untersucht. Die Artenvielfalt lag in diesem Lebensraum unter derjenigen der Hecke, jedoch war die Vielfalt höher als bei den anderen Lebensräumen, der Median lag bei 1.09 (Abbildung 15: Shannon Index). Artenvorkommnisse waren auch mittig verteilt, der Median lag hier bei 0.545 (Abbildung 16: Evenness). Die Diversität lag über derjenigen der Dauerwiese, war jedoch tiefer als bei der Extensivwiese und der Hecke, mit dem Median bei 0.45 (Abbildung 17: Simpson Index). Am Waldrand wurden sechs Standorte untersucht.

Für die Beantwortung der Frage, ob es signifikante Unterschiede zwischen der Artenvielfalt und den Lebensräumen gibt, wurde neben der grafischen Auswertung auch eine statistische Auswertung gemacht. Bei dieser Analyse wurden die Mittelwerte der Artenvielfalten anhand des Shannon Indexes nach Lebensraumtyp unterteilt und verglichen. Die Resultate wiesen jedoch keine Signifikanzen auf.

### Shannon Indexe nach Lebensraum

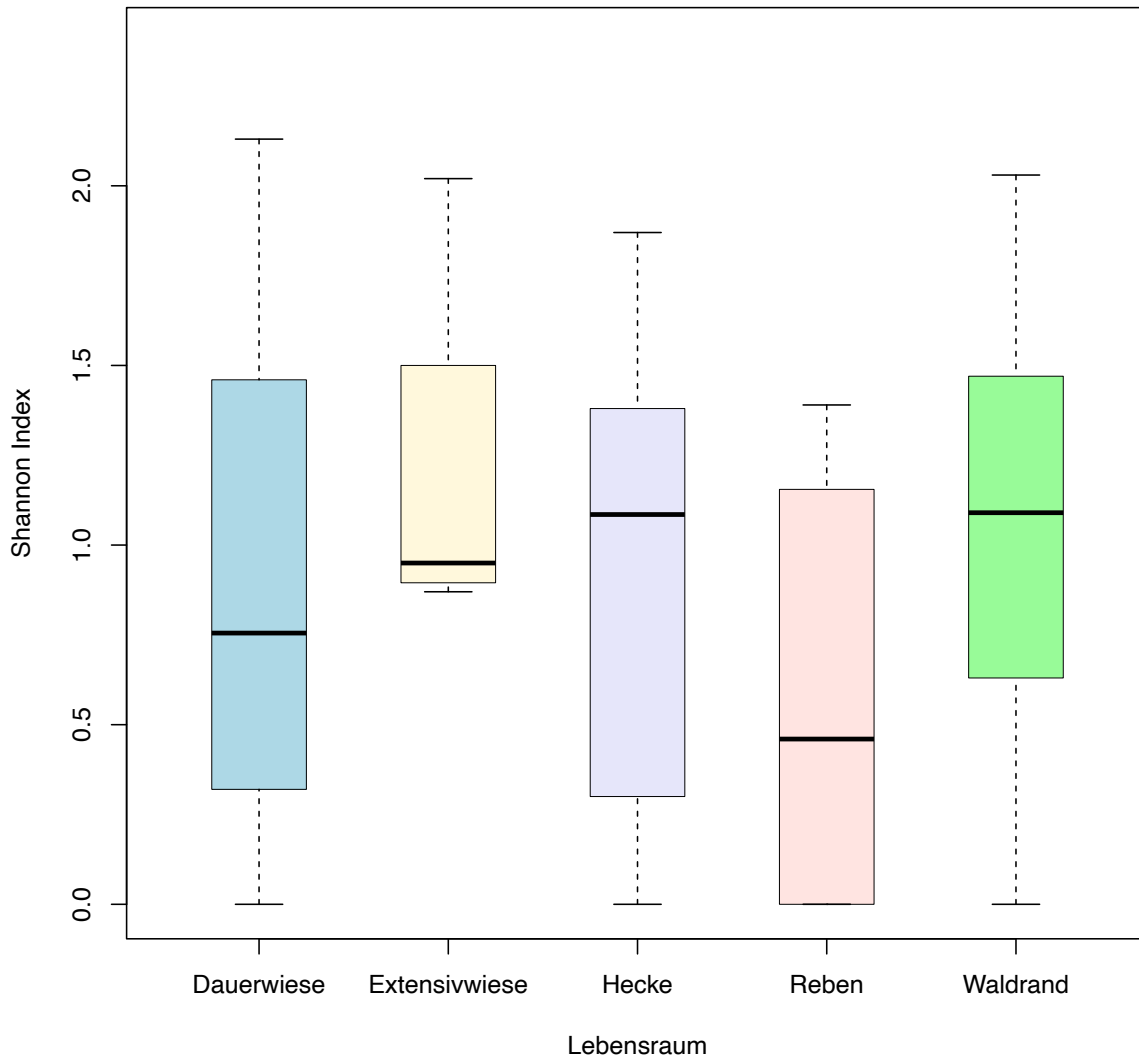


Abbildung 15: Hier sind die Shannon Indexe der jeweiligen Lebensräume zusammengefasst und nach Lebensraumtyp gegliedert. Bei den Dauerwiesen wurden die Ergebnisse der Shannon Indexe von jeweils sechs Standorten, bei den Extensivwiesen vier Standorten, bei den Hecken zehn Standorten, bei den Reben vier Standorten und am Waldrand sechs Standorten zusammengekommen. Eigene Darstellung: Livia Gygax 2023.

### Evenness Indexe nach Lebensraum

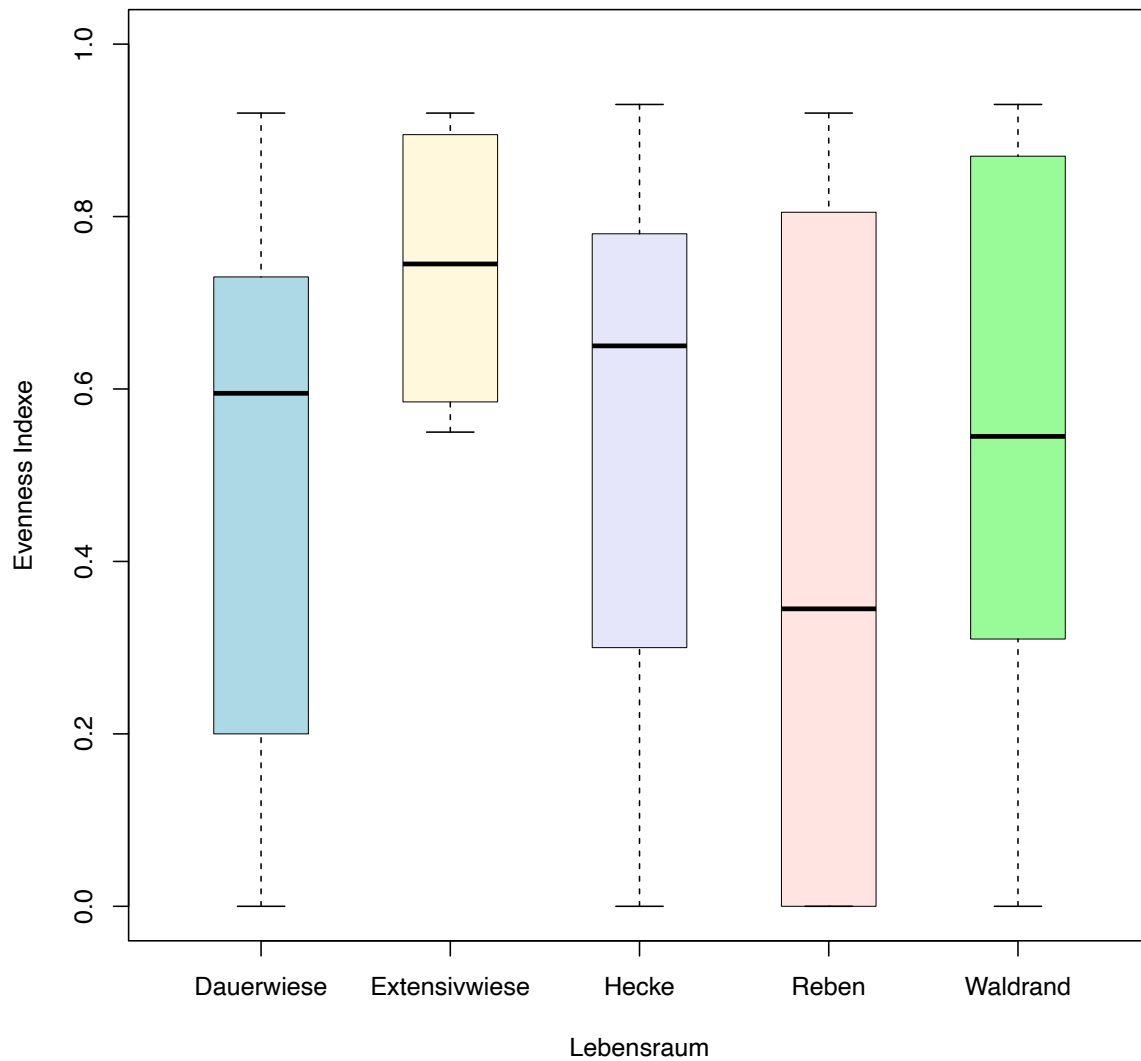


Abbildung 16: Hier sind die Evenness Indexe der jeweiligen Lebensräume zusammengefasst und nach Lebensraumtyp gegliedert. Bei den Dauerwiesen wurden die Ergebnisse der Evenness Indexe von jeweils sechs Standorten, bei den Extensivwiesen vier Standorten, bei den Hecken zehn Standorten, bei den Reben vier Standorten und am Waldrand sechs Standorten zusammengekommen. Eigene Darstellung: Livia Gygax 2023.

### Simpson Indexe nach Lebensraum

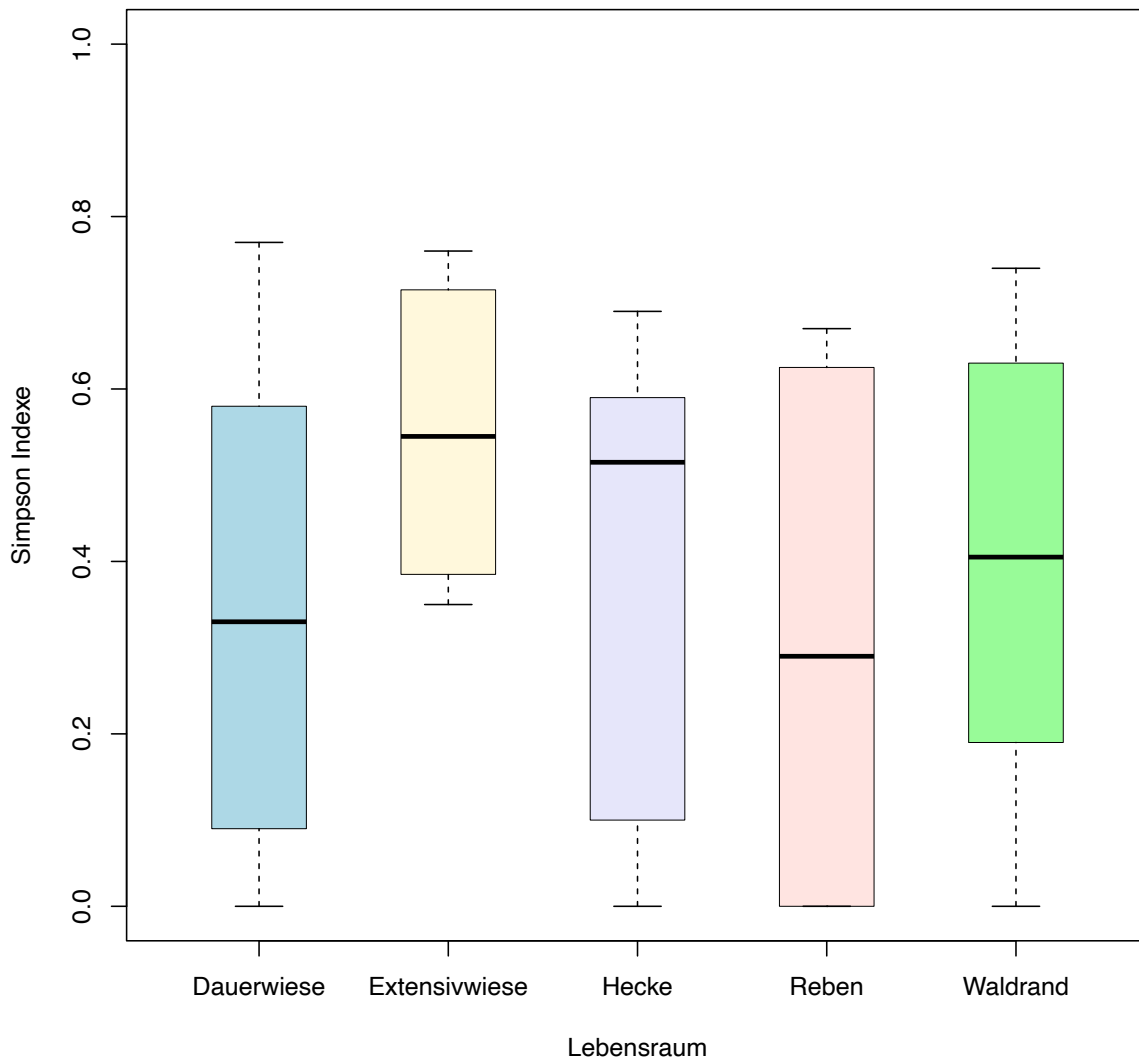


Abbildung 17: Hier sind die Simpson Indexe der jeweiligen Lebensräume zusammengefasst und nach Lebensraumtyp gegliedert. Bei den Dauerwiesen wurden die Ergebnisse der Simpson Indexe von jeweils sechs Standorten, bei den Extensivwiesen vier Standorten, bei den Hecken zehn Standorten, bei den Reben vier Standorten und am Waldrand sechs Standorten zusammengekommen. Eigene Darstellung: Livia Gygax 2023.

### 3.3 Vernetzung und Nachweise

Bei der Untersuchung des Einflusses der Vernetzung auf die nachgewiesenen Arten wurden zum einen die Anzahl Ereignisse und zum anderen die Werte der Artenvielfalt im Bezug zur Vernetzungsbewertung verglichen. Es wurde herausgefunden, dass es bei der Anzahl Ereignisse einen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten gibt, denn der P-Wert lag bei 0.04527 (Abbildung 18).

Ebenfalls wurde bei der Auswertung der Vernetzungsbewertung im Bezug zur Artenvielfalt herausgefunden, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten gab, hier lag der P-Wert bei 0.03866. Dies war auch bei der grafischen Auswertung ersichtlich und drückt aus, dass die Artenvielfalt bei der «guten» Vernetzung höher ist als bei Standorten mit einer «mässig bis schlechten» Vernetzung (Abbildung 19). Die Verteilung der Taxa für eine «gute» Vernetzung liegt leicht über der Mitte mit einem Wert von 0.64 (Abbildung 20). Die Diversität der Artenzusammensetzung liegt mit einem Median von 0.48 in der Mitte (Abbildung 21).

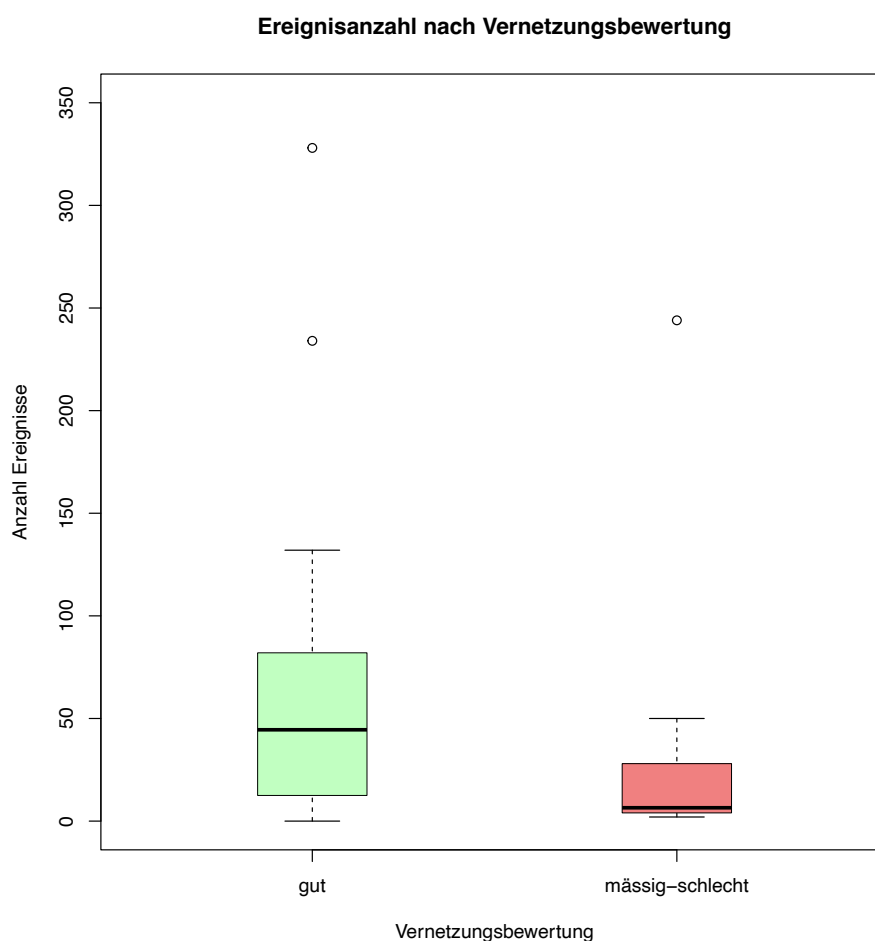


Abbildung 18: Anzahl Ereignisse aufgeteilt in die zwei Kategorien der Vernetzungsbewertung «gut» und «mässig bis schlecht». Eigene Darstellung: Livia Gyax 2023.



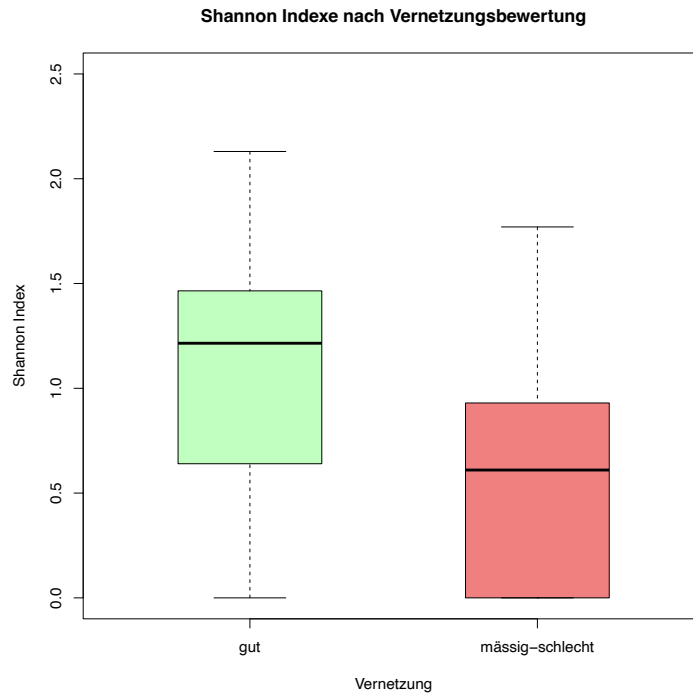


Abbildung 19: Vernetzungsgrad «gut» und «mässig bis schlecht» nach Shannon Index. Insgesamt gab es zwanzig Standorte mit einer «guten» Vernetzung und zehn mit einer «mässig bis schlechten» Vernetzungsbewertung. Der Median bei Shannon Index «gut» liegt bei 1.21, und der Median bei Shannon Index «mässig bis schlecht» liegt bei 0.61. Eigene Darstellung: Livia Gygax, 2023.

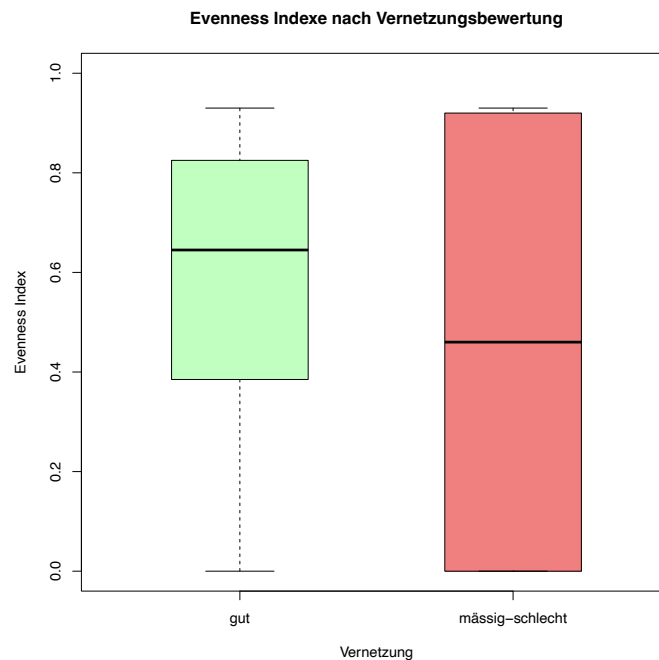


Abbildung 20: Vernetzungsgrad «gut» und «mässig bis schlecht» nach Evenness Index. Insgesamt gab es zwanzig Standorte mit einer «guten» Vernetzung und zehn mit einer «mässig bis schlechten» Vernetzungsbewertung. Der Median beim Evenness «gut» liegt bei 0.64, und der Median beim Evenness «mässig bis schlecht» liegt bei 0.46. Eigene Darstellung: Livia Gygax, 2023.

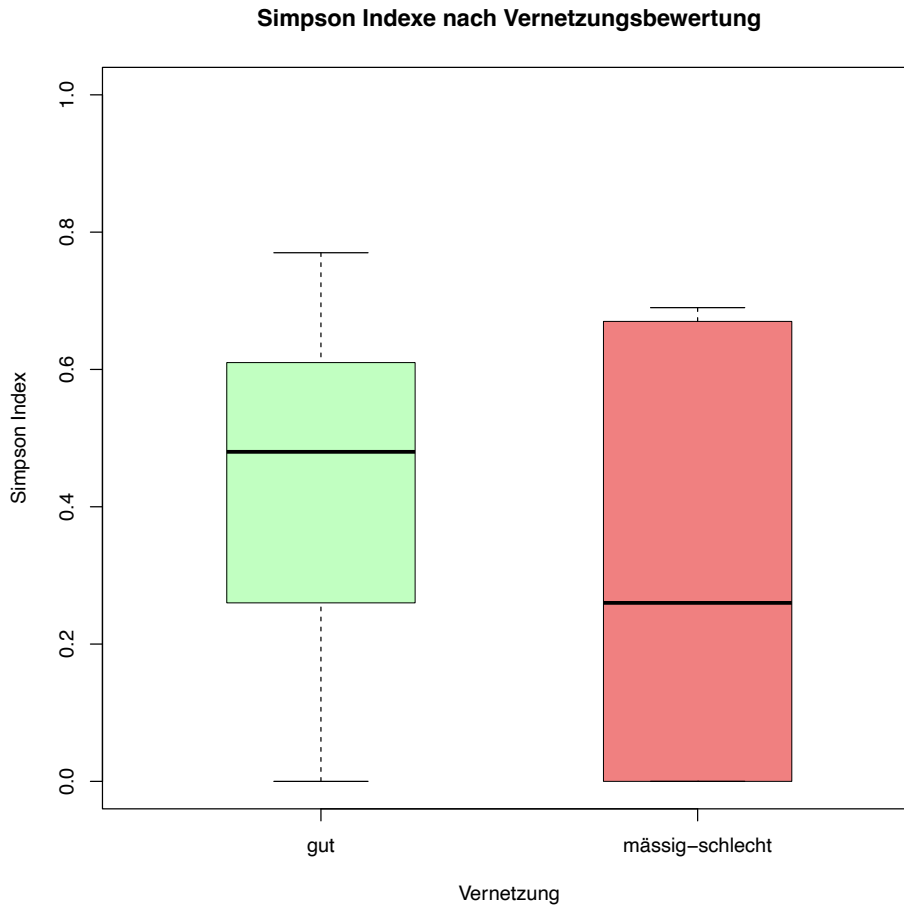


Abbildung 21: Vernetzungsgrad «gut» und «mässig bis schlecht» nach Simpson Index. Insgesamt gab es zwanzig Standorte mit einer «guten» Vernetzung und zehn mit einer «mässig bis schlechten» Vernetzungsbewertung. Der Median beim Simpson Index «gut» liegt bei 0.48, und der Median beim Simpson Index «mässig bis schlecht» liegt bei 0.29. Eigene Darstellung: Livia Gygax, 2023.

### 3.4 Fließgewässerdistanz und Nachweise

Die Standorte mit einer Distanz unter sechzig Metern zu einem Fließgewässer zeigen im Vergleich eine leicht höhere Artenvielfalt als die Standorte mit einer Distanz über sechzig Metern (Abbildung 22). Die Verteilung der Taxa ist bei beiden Stichprobengruppen gleich und liegt über 50%. Der Wert des Medians lag bei 0.64 (Abbildung 23). Bei der Diversität gibt es nur einen geringen Unterschied der Mediane (Abbildung 24). Der Unterschied der Mittelwerte wies jedoch nach statistischer Analyse keine Signifikanz auf.

Im Anhang C findet man ergänzend die Tabelle von allen Standorten und deren Entfernung zu einem Fließgewässer in Metern.

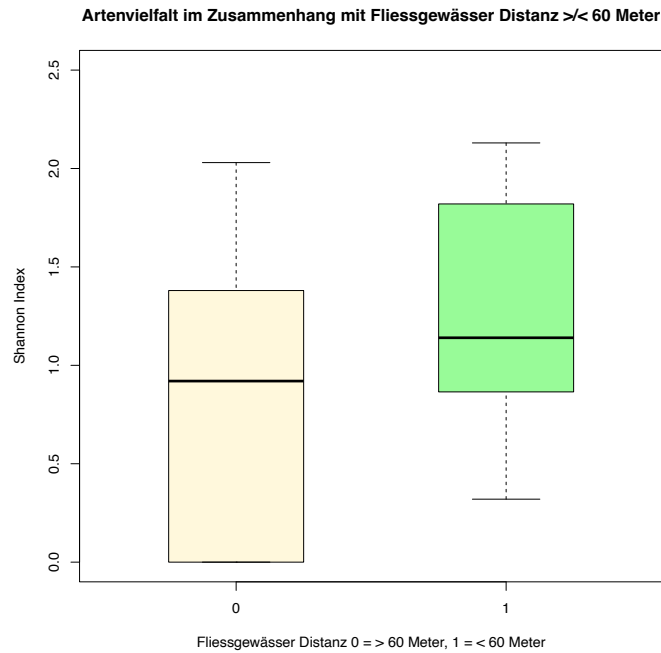


Abbildung 22: Diese Abbildung zeigt den Shannon Index im Vergleich zu Standorten mit Distanz zu Gewässern grösser oder kleiner 60 Meter. Der Wert 0 in der X-Achse definiert die Distanz grösser als 60 Meter und der Wert 1 in der X-Achse definiert die Distanz kleiner als 60 Meter zu einem Fließgewässer. Der Median für die Stichproben Gruppe 0 liegt bei 0.92 und der Median der Stichproben Gruppe 1 liegt bei 1.14. Eigene Darstellung: Livia Gygax, 2023.

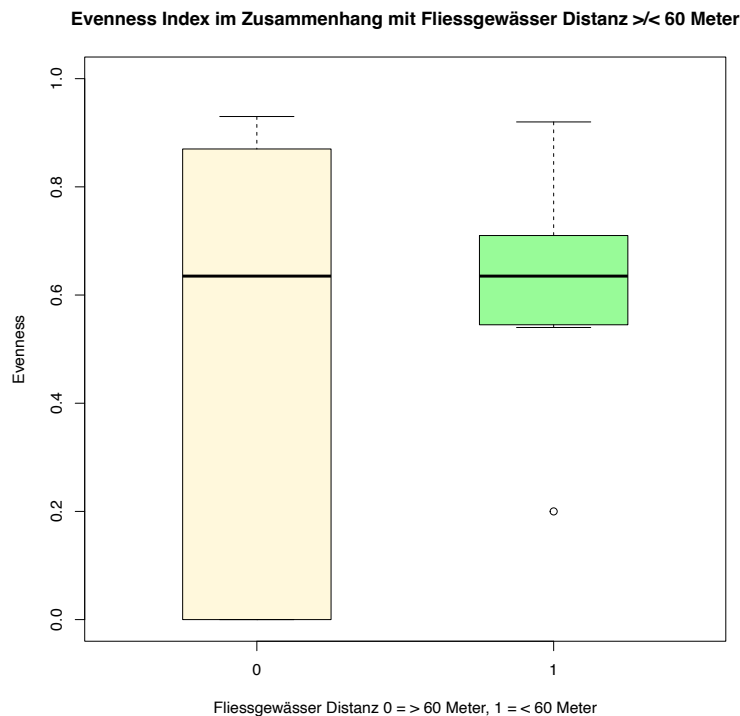


Abbildung 23: Diese Abbildung zeigt den Evenness Index im Vergleich bei Standorten mit Distanz zu Fließgewässern grösser oder kleiner 60 Meter. Der Wert 0 in der X-Achse definiert die Distanz grösser als 60 Meter und der Wert 1 in der X-Achse definiert die Distanz kleiner als 60 Meter zu einem Fließgewässer. Der Median beider Stichproben liegt bei 0.64.

### Simpson Index im Zusammenhang mit Fliessgewässer Distanz $\geq$ / $<$ 60 Meter

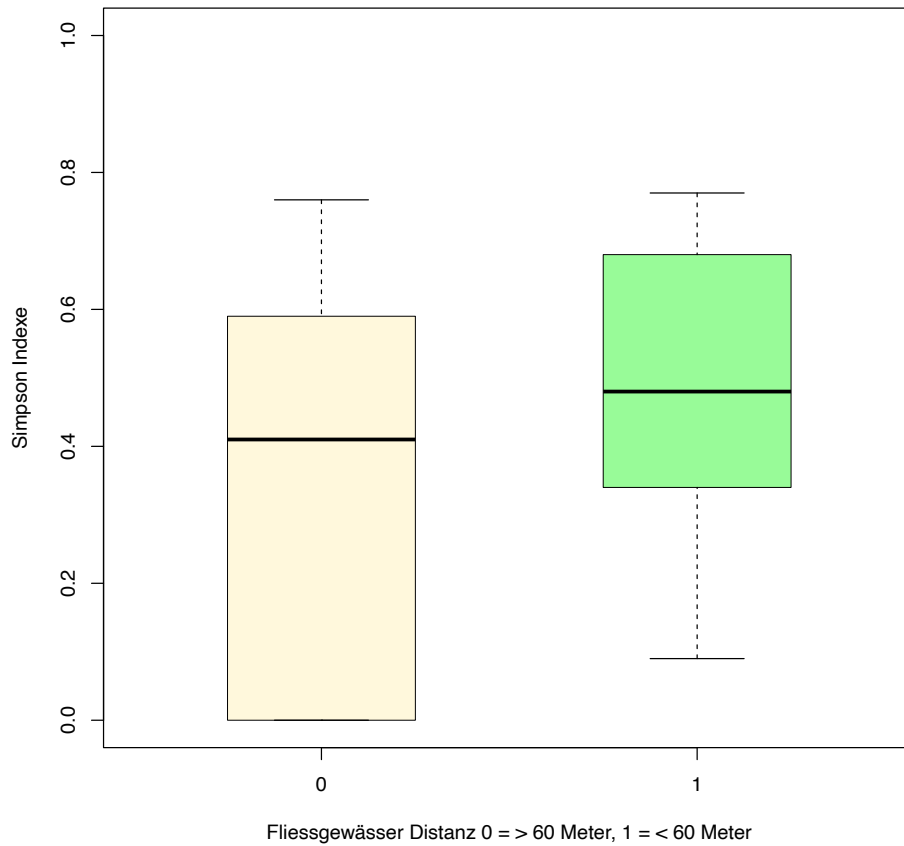


Abbildung 24: Diese Abbildung zeigt den Simpson Index im Vergleich bei Standorten mit Distanz zu Fliessgewässern grösser oder kleiner 60 Meter. Der Wert 0 in der X-Achse definiert die Distanz grösser als 60 Meter und der Wert 1 in der X-Achse definiert die Distanz kleiner als 60 Meter zu einem Fliessgewässer. Der Median der Diversität der Stichprobe 0 liegt bei 0.41 und der Median der Stichprobe 1 liegt bei 0.48.

## 4. Diskussion

### 4.1 Nachweise mit der Mammalia Box

Die Nachweismethode mit der Mammalia Box stellte sich im Rahmen dieser Arbeit als effizientes Mittel heraus. Es konnten sieben verschiedene Arten auf Artniveau und drei auf Gattungsniveau bestimmte Kleinsäuger nachgewiesen werden. Allgemein wurde beobachtet, dass nach vier bis fünf Wochen in den drei Gebieten eine ähnliche Artenzusammensetzung erfasst wurde. Dies weist darauf hin, dass innerhalb dieses Zeitraumes und der platzierten Anzahl Mammalia Boxen eine zuverlässige Artenerfassung der vorhandenen Arten gemacht werden konnte.

#### **Artenzusammensetzung**

Von den in Graubünden vorkommenden neun Spitzmausarten (*Soricidae*) wurden während der Feldforschung drei auf Artniveau bestimmte Arten nachgewiesen und mehrere auf Gattungsniveau bestimmte *Sorex sp.* und *Neomys sp.* Arten.

Die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*; Geschützt nach (NHV, 2017)) wurde nachgewiesen, da sie auf einigen Bildern genau bestimmbar war. Bei den *Sorex sp.* Arten könnte es sich um die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) oder die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) gehandelt haben, da diese Arten im Bündner Rheintal verbreitet sind (Müller 2010). Nach neueren Nachweisergebnissen wäre es möglich, dass die Walliserspitzmaus (*Sorex antinorii*) unter den *Sorex* Arten nachgewiesen worden ist. In einer aktuelleren Studie von Müller (2018), die mithilfe genetischer Artbestimmung gezeigt hat, dass die Walliserspitzmaus in Graubünden weit verbreitet ist, konnten zwei Nachweise in Malans und Chur gemacht werden. Letztere wurde davor im Jahr 2016 in Chur gesichtet und gemeldet (Infofauna CSCF, 2023).

Bei den Wasserspitzmäusen könnten es sich um Individuen der Wasser- (*Neomys fodiens*; Geschützt nach NHV (2017)) oder Sumpfspitzmäuse (*Neomys anomalus*; Geschützt nach NHV (2017)) gehandelt haben, da auch diese Arten im Bündner Rheintal verbreitet sind.

Von den Weisszahnschnecken (*Crocidae*) wurden die Feldspitzmaus (*Crocicidura leucodon*) und die Hausspitzmaus (*Crocicidura russula*) nachgewiesen.

Die Feldspitzmaus hat ihr häufigstes Verbreitungsgebiet im Rheintal und besiedelt mittlere Höhenlagen von bis zu 1600 Metern (Müller, 2010). Sie ist geschützt nach NHV (2017) und wird in der roten Liste der Säugetiere (ohne Fledermäuse) als VU Verletzlich aufgelistet (Capt, 2022).

Wie im Bericht von Güttinger et al. (2008) über die Verbreitung der Feld- und Hausspitzmaus in der Ostschweiz beschrieben, wurden Nachweise beider Arten sowohl in Wohngebieten mit Gärten als auch in Landwirtschaftsgebieten gemacht. Da in der Studie von Güttinger et al. (2008) die Feldspitzmaus jedoch auch in vielfältigen Lebensräumen mit einem Mosaik an Trockenmauern, Magerwiesen, lockerem Gebüsch und naturnahen Kleinstrukturen gefunden wurde, kann man davon ausgehen, dass sie weniger an siedlungsnahen und landwirtschaftlichen Lebensräumen gebunden ist. Auch in der vorliegenden Arbeit wurde die Feldspitzmaus innerhalb von jedem der untersuchten Lebensraumtypen nachgewiesen. Die Hausspitzmaus hingegen wurde, im Gegensatz zur Feldspitzmaus, nur an einem Standort, nämlich im Lebensraumtyp Hecke, gefunden.

Im Bericht von Güttinger et al. (2008) wird darauf hingewiesen, dass die Hausspitzmaus die Feldspitzmaus verdrängt, wie es im Wallis von Vogel et al. (2002) beobachtet wurde. Grund dafür wäre nach diesem Bericht die Klimaveränderung, da die Hausspitzmaus, im Gegensatz zur kälteresistenten Feldspitzmaus, wärmere Standorte besiedelt (Güttinger et al., 2008). Trotzdem wird vermutet, dass eine hohe Lebensraumvielfalt den Verdrängungseffekt vermindert und eine Koexistenz der beiden Arten möglich ist (Spitzenberger, 2006). Auch die selbst erhobenen Daten der hier vorliegenden Arbeit könnten ein Hinweis für diese Beobachtung sein. Trotzdem gilt für beide Arten, dass sie auf strukturreiche Lebensräume angewiesen sind (Güttinger et al., 2008). Aus Naturschutzsicht unterstreicht das Vorkommen der Feldspitzmaus die besondere Bedeutung des Alpenrheintales als Biodiversitäts-Hotspot für seltene Säugetiere (Güttinger et al., 2008).

An drei der Standorte wurden Hermeline (*Mustela erminea*) nachgewiesen. Der dritte Standort gehörte zum Lebensraumtyp Reben. Die anderen zwei Standorte gehörten zum Lebensraumtyp Hecke. Die Standorte befanden sich auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, an denen zeitgleich auch Funde von Rötelmäusen (*Myodes glareolus*) oder Feldmäusen (*Microtus arvalis*) erbracht wurden. Diese Beobachtung unterstreicht, dass an diesen Standorten durch die Vernetzung der Lebensräume, mit den von Pro Natura Graubünden erstellten Asthaufen, eine erfolgreiche Artenförderung begünstigt wurde.

Wühlmäuse, darunter die Feldmaus, gehören zur Hauptnahrung der Hermeline (Müller, 2010; Weinberger & Boschi, 2021). Für viele Räuber stellt die Feldmaus ein wichtiges Beutetier dar und ist daher in den Grünlandökosystemen eine Schlüsselart (Müller 2010). Interessant ist auch das Räuber/Beute Verhältnis zum Hermelin. Es gibt verschiedene wissenschaftliche Beispiele, die aufzeigen, dass die Dichte der Raubtiere von der Dichte der Beutetiere abhängt. So sinkt die Population der Hermeline, wenn es zuvor weniger Wühlmäuse gab und umgekehrt (Müller 2010).

Die Feldmaus (*Microtus arvalis*) bevorzugt Grasland und trockene Böden, da sie unterirdische Gangsysteme gräbt (Müller 2010). Diese Gangsysteme sind an der Oberfläche sichtbar und werden oft auf Wiesen und Feldern gesehen. Diese Art hat ein grosses Vermehrungspotenzial. Die Folge davon ist die Abwanderung der Tiere in suboptimale Lebensräume, wie landwirtschaftliche Kulturen (Reifler-Bächtiger & Briner, 2021).

In der Landwirtschaft ist die Feldmaus eine nicht gerne gesehene Bewohnerin, da sie wegen ihres Fress- und Grabverhaltens Schäden an Kulturen verursacht oder das Weideland beeinträchtigt (Müller 2010). Um so wichtiger sind deshalb auch für die Feldmaus genügend strukturreiche und vernetzte Lebensräume (Reifler-Bächtiger & Briner, 2021).

Am meisten und an fast jedem Standort wurden Waldmausarten (*Apodemus sp.*) nachgewiesen. Um ein Individuum auf Artniveau zu bestimmen, reicht ein Foto nicht aus. Zwar lassen sich diese Arten anhand der Fellzeichnung an der Unterseite des Körpers bestimmen, jedoch kann zum Beispiel die Bestimmung der Alpenwaldmaus nicht eindeutig durch äussere Merkmale gemacht werden (Marchesi et al., 2008). Aufgrund der Verbreitung im Kanton Graubünden könnten es sich bei den Nachweisen (*Apodemus sp.*) um folgende Arten handeln: Die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) und die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicolis*) (Müller 2010). Ein Nachweis der Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*) wäre eventuell auch möglich, da sie im Kanton Graubünden vorkommt, jedoch wird sie eher ab Höhen von 1000 Metern über Meer (Müller 2010) nachgewiesen.

Die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) wurde als zweithäufigste Art nachgewiesen. Die Rötelmaus gehört zur Unterfamilie der Wühlmäuse und bevorzugt als Lebensraum Wälder, Hecken und Gebüsche (Müller, 2010; Reifler-Bächtiger et al., 2021), was auch mit den Standorten der Nachweisen übereinstimmt. Für Kleinraubtiere und Greifvögel gilt die Rötelmaus als eine wichtige Nahrungsquelle (Reifler-Bächtiger et al., 2021).

Als einzige Schläfer-Art wurde der Siebenschläfer (*Glis glis*) an drei Standorten vom Lebensraumtyp Dauerwiese, Hecke und Waldrand nachgewiesen. Dies passt zum typischen Lebensraum und dem Vorkommen des Siebenschläfers in Laubwäldern oder strukturreichen Landschaften mit Verbindung zum Waldgebiet (Torriani & Blant, 2021). Erfreulich war hier, dass auch Nachweise von Jungtieren mit der Mammalia Box gemacht werden konnten.

Obwohl die Haselmaus und der Gartenschläfer laut Müller (2010) in der Umgebung der untersuchten Standorte vorkommen, konnte für diese Arbeit mit den Fotoboxen an den untersuchten Standorten leider keine Nachweise erbracht werden.

## 4.2 Lebensraum und Nachweise

Um die Frage zu beantworten, ob und wie gut die Anzahl nachgewiesener Arten anhand des Lebensraumes erklärt werden kann, werden die artenreichsten Lebensraumtypen genauer betrachtet. Der Lebensraumtyp, der sich in dieser Untersuchung mit den meisten Ereignissen und der höchsten Artenvielfalt auszeichnet, ist die Hecke. Die Anzahl Ereignisse ist jedoch nicht massgebend, da nicht gleich viele Fotoboxen pro Standorttyp verteilt wurden, sondern die meisten Fotoboxen in Hecken platziert wurden. Es hätte eine Analyse der Anzahl Ereignisse pro Fallennacht gemacht werden können, um die Effizienz der Mammalia Box zu ergründen. Im Anhang C findet sich eine Tabelle mit den Ergebnissen der Anzahl Ereignisse pro Fallennacht.

Trotzdem kann die Artenvielfalt als Hinweis darauf gelesen werden, dass die Aufwertung durch die Erstellung der Asthaufen eine wertvolle Bereicherung für die Fauna und, in diesem Fall nachgewiesen, auch für die Kleinsäuger war. Im Buch «Lebensräume der Schweiz» von (Delarze et al., 2015) wird beschrieben, dass Gebüsche und Krautsäume für die Fauna und auch spezifisch für Kleinsäugetiere von hoher Bedeutung sind, da sie dort Unterschlupf, Nahrung und Nistplätze finden.

Bei der statistischen Prüfung in dieser Arbeit bezüglich der Zusammenhänge zwischen der Artenvielfalt und den betreffenden Lebensräumen wurden keine signifikanten Resultate festgestellt. Bei einer gleichmässigen Lebensraumtypverteilung sowie mehr Daten im Allgemeinen, könnte das Ergebnis anders aussehen. Wie in dieser Arbeit beschrieben, bevorzugen Kleinsäugetiere Lebensräume mit qualitativ hochwertigen Strukturen innerhalb der untersuchten Lebensraumtypen.

## 4.3 Vernetzung und Nachweise

Die Anzahl Nachweise sowie die Artenvielfalt war in den Gebieten mit einer guten Vernetzung höher als in denen mit einer mässig bis schlechten Vernetzung. Zusätzlich stützt sich diese Beobachtung auch auf verschiedene wissenschaftliche Publikationen, wie zum Beispiel dem Buch «Die kleine Wildnis» von Müri (2015).

Förderungsprojekte wie «Strukturreiches Bündner Rheintal» von Pro Natura Graubünden zeigen, wie Kleinstrukturen, also Hecken, Rückzugsstreifen und Säume, Gebüsche, Ast- und Steinhaufen, aber auch Trockenmauern den Lebensraum für Hermeline nicht nur begünstigen, sondern auch aufwerten.



Dies wird so auch in verschiedenen Publikationen beschrieben, wie zum Beispiel in «Wildtiermanagement» von Robin et al. (2017), im Atlas der Säugetiere von Weinberger und Boschi (2021) und im Leitfaden für Projekte zur Förderung von Wiesel (WIN) von Boschi (2019).

Vernetzung und Qualität gehen allerdings nicht immer Hand in Hand. Trotz guter Vernetzung kann die Qualität der Lebensräume nicht ausreichend sein und umgekehrt. Für die dort lebenden Tiere ist es wichtig, dass es strukturreiche Gebiete sind. Die Qualität hängt also auch stark von der gegebenen Strukturierung ab.

Der Bericht von Chase und Bengtsson (2009) beschreibt dieses Phänomen und kommt zum Schluss, dass vernetzte, aber qualitativ unzureichende Lebensräume die Artenzahl nicht weiter fördern, sondern nur das Aussterben der vorhandenen Arten verhindert wird durch migrierende Individuen. Anders reagiert die Feldmaus, die, wie im Atlas der Säugetiere von Reifler-Bächtiger und Briner (2021) beschrieben wird, bei zu hohem Dichtedruck in suboptimale Lebensräume wie Landwirtschaftsflächen ausweicht. Durch ihre Ökologie richtet sie dort Schäden an, die den Menschen stören und folglich die Art als Plage ansehen.

#### 4.4 Fliessgewässerdistanz und Nachweise

Die Artenzusammensetzung war in jedem Gebiet ähnlich, jedoch kam es eher auf den Lebensraumtyp als auf die Nähe zu einem Fliessgewässer an, ob die Zusammensetzung artenreich oder artenärmer ausfiel. Zum Beispiel war der Heckenstandort Nummer 14 mit sieben Artennachweisen eher artenreich im Vergleich zum Standort 13, der ebenfalls in der Nähe eines Fliessgewässers, jedoch im Lebensraumtyp Dauerwiese lag. Interessant ist auch, dass von sieben Nachweisstandorten der Gattung Wasserspitzmäuse sich nur lediglich drei an Standorten befanden, die in der Nähe von Fliessgewässer liegen.

In sechs von sieben Standorten wurden jedoch Spitzmäuse der Gattung *Sorex* nachgewiesen. Im Buch «Die Mäuse und ihre Verwandten» von Müller (2010) wird beschrieben, dass viele Kleinsäugerarten und vor allem Spitzmausarten in der Nähe von Gewässern zu finden sind, weil das Nahrungsangebot für sie dort besonders hoch ist. Die Spitzmäuse werden allerdings nur selten an verunreinigten Gewässern vorgefunden (Müller, 2021).

Die Wasserspitzmäuse gelten als Zeigerarten für intakte Gewässer, denn es wird befürchtet, dass die intensive Landwirtschaft mit einem hohen Eintrag von Pestiziden eine negative Wirkung auf die Population haben könnte (Briner et al., 2021; Pro Natura, 2016).

In einem aktuellen Bericht zu Nachweisen der Wasserspitzmaus von Briner et al. (2021) wird die Tauglichkeit als Indikatorart jedoch bezweifelt.

In einer anderen Studie von Scott et al. (2012), bei der neben der Habitats-Beschaffenheit auch die Schadstoffbelastung miteinbezogen wurde, kam man zum Schluss, dass es einen negativen Effekt auf die Wasserspitzmäuse gibt, sie jedoch eine Toleranz gegenüber beeinträchtigten Lebensräumen aufwiesen.

#### 4.5 Schlussfolgerung und Ausblick

In der Literatur zeigt sich, dass die Lebensraumqualität massgebend für das Vorkommen von Kleinsäugetern ist. Die Lebensräume müssen strukturreich und gut vernetzt sein.

Wie es um die Qualität eines Lebensraumes steht, kann man anhand der dortigen Artenvielfalt verschiedener Lebewesen erörtern.

Basierend auf der vorliegenden Arbeit und den hier erzielten Ergebnissen kann gesagt werden, dass mit den angewandten Methoden und dem ausgewählten Setting eine zuverlässige Erfassung der vorhandenen Arten gemacht werden konnte. Auch kann gesagt werden, dass die durch Pro Natura Graubünden erstellten Kleinstrukturen eine wichtige Bereicherung für die Fauna darstellen. Während der Feldforschung konnte dank den Mammalia Fotofallen erfolgreich die Zielart Hermelin für Pro Natura Graubünden nachgewiesen werden.

Die Artenvielfalt an den Kleinstrukturen, die sich im Lebensraumtyp Hecke befanden, war am höchsten. Dieser Nachweis deckt sich mit der wissenschaftlichen Literatur, die besagt, dass diese Lebensraumkonstellation von Kleinsäugetern bevorzugt wird. Es zeigte sich auch, dass die gut vernetzten und qualitativ hochwertigen Lebensräume mehr Vielfalt aufwiesen.

Erst die Kombination aus Vernetzung und Strukturierung fördert also eine intakte Artenvielfalt. Wie unter anderem das Projekt von Pro Natura Graubünden zeigt, haben Strukturierungen, wie zum Beispiel Rückzugsstreifen, Säume, Hecken, Asthaufen und vieles mehr einen wichtigen und positiven Einfluss auf die Qualität der Lebensräume.

Alle vier Fragen konnten dank der Effektivität der Mammalia Box zufriedenstellend und im Einklang mit der Fachliteratur beantwortet werden und zeigen somit auf, dass Projekte wie «Strukturreiches Bündner Rheintal» von Pro Natura Graubünden eine wichtige und messbar positive Auswirkung auf die Biodiversität haben. Trotzdem wären die Daten der Lebensraumvergleiche messbarer gewesen, hätte man von jedem Lebensraumtyp mehr Standorte untersucht. Weiterhin stellt sich die Frage, wieso nur an drei Standorten Hermeline nachgewiesen werden konnten. Weiterführend aus Projektsicht wäre die Einordnung der Wieselnachweise (viel/wenig/keine Mauswiesel) interessant, die man anhand von Wirkungskontrollen mit vorher/nachher Nachweisen vergleichen könnte.

Ausserdem wäre es auch interessant einen Zusammenhang zwischen den gesichteten Hermelinen und den eher wenigen Feldmausbeobachtungen, sowie den ganz ausgebliebenen Schermausnachweisen zu ergründen. (Letztere Beobachtung wurde durch Jürg Müller schriftlich mitgeteilt, 2023)

Die wichtigste Voraussetzung für Stabilität und Produktivität innerhalb eines Ökosystems ist eine hohe Biodiversität. Die klimatischen Veränderungen bringen Wetterereignisse, eine Temperaturerhöhung sowie eine verstärkte Trockenheit mit sich. Für viele Kleinsäuger und natürlich auch viele andere Arten besteht ein potenzielles Risiko negativer Folgen (Capt, 2022). Die Kleinsäuger sind für ein intaktes Ökosystem wichtig, da sie mit ihrem hohen Energieumsatz den Energiefluss und die Stoffkreisläufe massgebend beeinflussen (Müller, 2010).

Durch verschiedene Projekte von Ökologiebüros, Naturschutzbüros und weiteren Institutionen, sowie der Unterstützung von Privatpersonen, Land- und Forstwirtschaft kann dem Verlust der Lebensräume entgegengewirkt werden und somit einen positiven Einfluss auf das Vorkommen der Kleinsäugetiere erwirkt werden. Die Aufwertung der Lebensräume sowie eine extensive und biodiversitätsfreundliche Bewirtschaftung sollten weiterhin vorangetrieben werden, da so Kleinsäuger gefördert werden, die eine wichtige ökologische Rolle spielen und als Indikatoren für artenreiche Kulturlandschaften dienen.

## 5. Literaturverzeichnis

- Aegerter, S. (2019). *Monitoring von Kleinmusteliden, Schläfern und anderen Kleinsäugetern – Weiterentwicklung der Nachweismethoden mit Fotofalle*. [Bachelorarbeit]. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW.
- Amt für Landschaft und Natur ALN. (2014). *Merkblatt Hecken*. Baudirektion Kanton Zürich Fachstelle Naturschutz. [https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/naturschutz/naturschutz-in-den-gemeinden/merkblatt\\_hecken.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/naturschutz/naturschutz-in-den-gemeinden/merkblatt_hecken.pdf)
- Andrén, H. (1994). Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review. *Oikos*, 71(3), 355.  
<https://doi.org/10.2307/3545823>
- Bollmann, K., & Schmid, W. (1997). *Die Extensivwiese: Anlage und Pflege* (Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, Hrsg.).
- Boschi, C. (2019). *Leitfaden für Projekte zur Förderung von Wiesel und anderen Bewohnern unserer Kulturlandschaft. Vorbereitung, Detailplanung, Umsetzung, Erfolgskontrolle und Unterhalt*. Stiftung WIN Wieselnetz. [http://wieselnetz.ch/wp-content/uploads/2019/04/Leitfaden\\_D\\_20190325\\_def.pdf](http://wieselnetz.ch/wp-content/uploads/2019/04/Leitfaden_D_20190325_def.pdf)
- Boye, P. (2003). *Nagetiere in der Agrarlandschaft: Populationsökologie, Konkurrenz, Biotopverbund ; Ergebnisse von Untersuchungen auf einer Probestfläche bei Bonn*. Laurenti-Verl.
- Briner, T., Weinberger, I., Blant, M., & Capt, S. (2021). *Und es gibt sie doch...: Aktuelle Nachweise der Wasserspitzmaus (Neomys fodiens) im Kanton Solothurn und angrenzenden Mittelland* [Text/html,application/pdf,text/html]. <https://doi.org/10.5169/SEALS-904326>
- Brown, R. M., Gist, D. H., & Taylor, D. H. (1995). Home Range Ecology of an Introduced Population of the European Wall Lizard *Podarcis muralis* (Lacertilia; Lacertidae) in Cincinnati, Ohio. *American Midland Naturalist*, 133(2), 344. <https://doi.org/10.2307/2426399>

- Bundesamt für Landwirtschaft BLW. (2017). *Weisungen und Erläuterungen 2017 zur Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen (Landwirtschaftliche Begriffsverordnung, LBV; SR 910.91)*. Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF; Direktionsbereich Direktzahlungen und Ländliche Entwicklung. [https://lawa.lu.ch/Landwirtschaft/Direktzahlungen\\_und\\_Beitraege/Versorgungssicherheitsbeitraege](https://lawa.lu.ch/Landwirtschaft/Direktzahlungen_und_Beitraege/Versorgungssicherheitsbeitraege)
- Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz. (2023, Januar 5). *Jahresverlauf an Stationen—MeteoSchweiz*. Jahresverlauf an Stationen. Abgerufen am: 01.02.2023 von <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/applikationen/ext/climate-overview-series-public.html>
- Capt, S. (2022). *Rote Liste der Säugetiere (ohne Fledermäuse)*. (S. 42 S) [Umwelt-Vollzug 220:]. Bundesamt für Umwelt (BAFU); info fauna (CSCF). <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-biodiversitaet/biodiversitaet--publikationen/publikationen-biodiversitaet/rote-liste-der-saeugetiere.html>
- Capt, S., & Ruedi, M. (2021). Säugetiere beobachten und bestimmen. In R. F. Graf, C. Fischer, & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.), *Atlas der Säugetiere. Schweiz und Liechtenstein*. (1. Auflage). Haupt Verlag.
- Cayuela, H., Valenzuela-Sánchez, A., Teulier, L., Martínez-Solano, Í., Léna, J.-P., Merilä, J., Muths, E., Shine, R., Quay, L., Denoël, M., Clobert, J., & Schmidt, B. R. (2020). Determinants and Consequences of Dispersal in Vertebrates with Complex Life Cycles: A Review of Pond-Breeding Amphibians. *The Quarterly Review of Biology*, 95(1), 1–36. <https://doi.org/10.1086/707862>
- Chase, J. M., & Bengtsson, J. (2009). Chapter 5 Increasing spatio-temporal scales: Metacommunity ecology. In H. A. Verhoef & P. J. Morin (Hrsg.), *Community Ecology* (1. Aufl., S. 57–68). Oxford University Press Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199228973.003.0006>
- Costa, R. (2001). *Das Amt für Wald Graubünden informiert. Waldrand—Lebensraum voller Überraschungen*. (Amt für Wald Graubünden, Hrsg.). [https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/diem/awn/dokumentenliste\\_afw/faktenblatt\\_07\\_waldrand.pdf](https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/diem/awn/dokumentenliste_afw/faktenblatt_07_waldrand.pdf)

- Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S., Vust, M., & Delarze, R. (2015). *Lebensräume der Schweiz: Ökologie - Gefährdung - Kennarten* (3., vollständig überarbeitete Auflage). Ott der Sachbuchverlag.
- Diacon-Bolli, J., Dalang, T., Holderegger, R., & Bürgi, M. (2012). Heterogeneity fosters biodiversity: Linking history and ecology of dry calcareous grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 13(8), 641–653. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2012.10.004>
- Dürst, A. (2019). *Lebensraumanalyse Wiesel im Bündner Rheintal*. Pro Natura Graubünden.
- Guntern, J., Pauli, D., & Klaus, G. (2020). *Biodiversitätsfördernde Strukturen im Landwirtschaftsgebiet. Bedeutung, Entwicklung und Stossrichtungen für die Förderung*. (S. 90 S.).
- Güttinger, R., Pfunder, M., Wüst, M., & Holzgang, O. (2008). *Die Verbreitung von Feldspitzmaus *Crocidura leucodon* und Hausspitzmaus *C. russula* in der Ostschweiz – eine spezielle Situation in ihrer zoogeografischen Kontaktzone*. [https://www.rgblick.ch/produkte/artikel\\_fachzeitschr/Guettinger\\_et\\_al\\_2008.pdf](https://www.rgblick.ch/produkte/artikel_fachzeitschr/Guettinger_et_al_2008.pdf)
- Heltai, B., Sály, P., Kovács, D., & Kiss, I. (2015). Niche segregation of sand lizard (*Lacerta agilis*) and green lizard (*Lacerta viridis*) in an urban semi-natural habitat. *Amphibia-Reptilia*, 36(4), 389–399. <https://doi.org/10.1163/15685381-00003018>
- Holyoak, M. (2008). Connectance and Connectivity. In *Encyclopedia of Ecology* (S. 737–743). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00095-1>
- Infofauna CSCF. (2022). *Distribution des espèces* [Verbreitungskarte *Neomys anomalus*]. Info fauna Schweizerisches Informationszentrum für die Fauna. Abgerufen am 01.12.2022 von: <https://lepus.unine.ch/cartto-react>
- Infofauna CSCF. (2023). *Distribution des espèces* [Verbreitungskarte *Sorex antinorii*]. Info fauna Schweizerisches Informationszentrum für die Fauna. Abgerufen am 01.12.2022 von: <https://lepus.unine.ch/cartto-react>
- Jung, M. (2020). *Strukturreiches Bündner Rheintal* [Projektbeschreibung]. Pro Natura Graubünden.

- Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., Batáry, P., Concepción, E. D., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A., Knop, E., Kovács, A., Marshall, E. J. P., Tschardtke, T., & Verhulst, J. (2009). On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1658), 903–909. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1509>
- Klemola, T., Pettersen, T., & Stenseth, N. Chr. (2003). Trophic interactions in population cycles of voles and lemmings: A model-based synthesis. In *Advances in Ecological Research* (Bd. 33, S. 75–160). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)33010-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)33010-7)
- Lachat, T., Pauli, D., Gonseth, Y., Klaus, G., Scheidegger, C., Vittoz, P., & Walter, T. (Hrsg.). (2010). *Der Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900: Ist die Talsohle erreicht?* (1., Aufl). Haupt.
- Magrini, C., Manzo, E., Zapponi, L., Angelici, F. M., Boitani, L., & Cento, M. (2009). Weasel *Mustela nivalis* spatial ranging behaviour and habitat selection in agricultural landscape. *Acta Theriologica*, 54(2), 137–146. <https://doi.org/10.1007/BF03193169>
- Marchesi, P., Blant, M., Capt, S., Centre suisse de cartographie de la faune, & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.). (2008). *Säugetiere der Schweiz: Bestimmungsschlüssel*. Centre suisse de cartographie de la faune : Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie.
- Müller, J. P. (2010). *Die Säugetiere Graubündens: Eine Übersicht*. Desertina.
- Müller, J. P. (2018). *Genetische Artbestimmungen zeigen: Die Walliser Spitzmaus (Sorex antinorii, Bonaparte, 1840) ist in Graubünden weit verbreitet*. <https://doi.org/10.5169/SEALS-842175>
- Müller, J. P. (2021). *Die Mäuse und ihre Verwandten: Das verborgene Leben der Insektenfresser und Nagetiere* (1. Auflage). Haupt.
- Müri, H. (2015). *Die kleine Wildnis: Einblicke in die Lebensgemeinschaft der kleinen Raubsäuger und ihrer Beutetiere in Mitteleuropa*. Haupt Verlag.
- NHV. (2017, Juni 1). *SR 451.1—Verordnung vom 16. Januar 1991 über den Natur- und Heimatschutz (NHV)*. Abgerufen am 01.12.2022 von: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1991/249\\_249\\_249/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1991/249_249_249/de)

- Pro Natura. (2016). Tier des Jahres 2016 ist die Wasserspitzmaus. *Pro Natura Magazin Spezial*, 2. Abgerufen am 01.01.2023 von: <https://www.pronatura.ch/de/2016/tier-des-jahres-2016-ist-die-wasserspitzmaus>
- Reconyx, Inc. (2017). *Reconyx Hyperfire performance cameras—Instruction manual*. Abgerufen am 01.01.2023 von: <http://images.reconyx.com/file/HyperFireManual.pdf>
- Reifler-Bächtiger, M. (2020). *Bestimmungsschlüssel für Kleinsäuger*. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.
- Reifler-Bächtiger, M., & Briner, T. (2021). Feldmaus (*Microtus arvalis*). In R. F. Graf, C. Fischer, & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.), *Atlas der Säugetiere. Schweiz und Liechtenstein*. (1. Auflage, S. 362–365). Haupt Verlag.
- Reifler-Bächtiger, M., Dietrich, A., Graf, R. F., Fischer, C., & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.). (2021). Rötelmaus. In *Atlas der Säugetiere: Schweiz und Liechtenstein* (1. Auflage, S. 378–381). Haupt Verlag.
- Robin, K., Graf, R. F., & Schmidrig, R. (2017). *Wildtiermanagement: Eine Einführung* (1. Auflage). Haupt Verlag.
- Rossier, L., Roth, O., & Humbert, J.-Y. (2021). *Ast- und Steinhäufchen—Und wer davon profitieren könnte—Eine Literaturstudie zu ihrer Bedeutung für Wiesel, Amphibien und Reptilien*. Abteilung Conservation Biology der Universität Bern.
- Scott, D. M., Southgate, F., Overall, A. J., Waite, S., & Tolhurst, B. A. (2012). The Eurasian water shrew: An unsuitable candidate species for a vertebrate bio-indicator of aquatic pollution. *Journal of Zoology*, 286(1), 30–37. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00845.x>
- Spitzenberger, F. (2006). *Rote Liste gefährdeter Säugetiere Vorarlbergs*. Inatura - Erlebnis Naturschau GmbH. [https://www.zobodat.at/pdf/Rote-Listen-Vorarlbergs\\_4\\_0001-0087.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/Rote-Listen-Vorarlbergs_4_0001-0087.pdf)
- Swisstopo. (2023). *Swiss Geoportal*. geo.admin.ch. Abgerufen am 01.02.2023 von: <https://map.geo.admin.ch>
- Torriani, D., & Blant, M. (2021). Siebenschläfer (*Glis glis*). In R. F. Graf, C. Fischer, & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.), *Atlas der Säugetiere. Schweiz und Liechtenstein*. (1. Auflage, S. 392–395). Haupt Verlag.



Vogel, P., Jutzeler, S., Rulence, B., & Reutter, B. A. (2002). Range expansion of the greater white-toothed shrew *Crocidura russula* in Switzerland results in local extinction of the bicoloured white-toothed shrew *C. leucodon*. *Acta Theriologica*, 47(1), 15–24.

<https://doi.org/10.1007/BF03193562>

Weinberger, I., & Boschi, C. (2021). Hermelin. In R. F. Graf, C. Fischer, & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.), *Atlas der Säugetiere: Schweiz und Liechtenstein* (1. Auflage, S. 268–271). Haupt Verlag.

Zurbrüggen, C., & Benz, R. (2014). *Biodiversitätsförderung Qualitätsstufe II von Rebflächen mit natürlicher Artenvielfalt gemäss Direktzahlungsverordnung (DZV)* (AGRIDEA, Hrsg.).

[https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/landwirtschaft/direktzahlungen/q2\\_reben\\_merkblatt\\_agridea\\_2014.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/landwirtschaft/direktzahlungen/q2_reben_merkblatt_agridea_2014.pdf)

## **Anhang**

Anhang A: Bildübersicht der Nachgewiesenen Arten

Anhang B: Standorte 1–30

Anhang C: Feldprotokolle

Anhang D: R-Skript

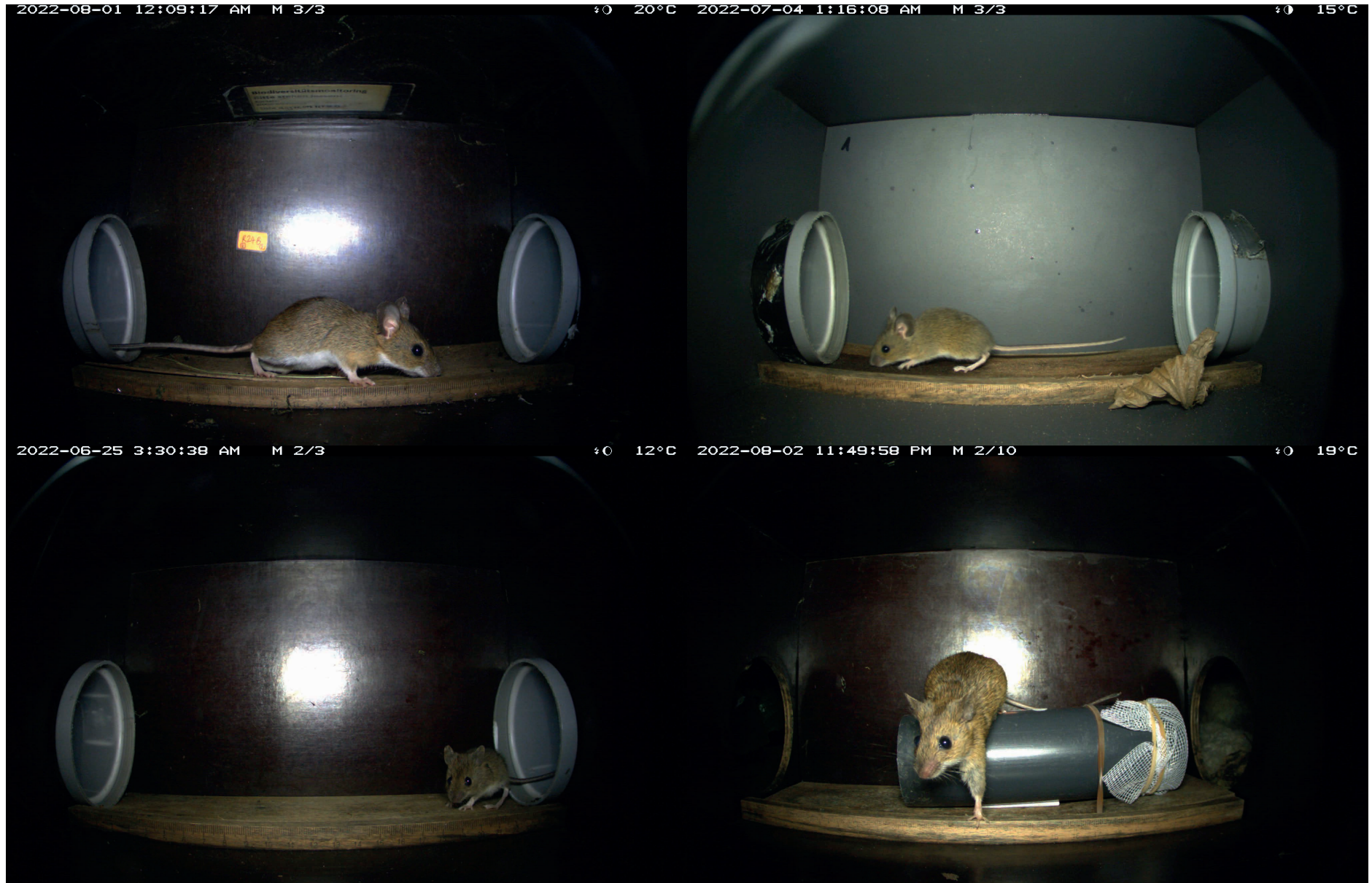
Anhang E: Index Berechnungen Resultate

Anhang F: Pro Natura Graubünden «Strukturreiches Bündner Rheintal» Übersicht Lebensraum-Kernpatches nach Dürst (2019) (Jung 2020)

Anhang G: Resultate Spurentunnel Pro Natura Graubünden

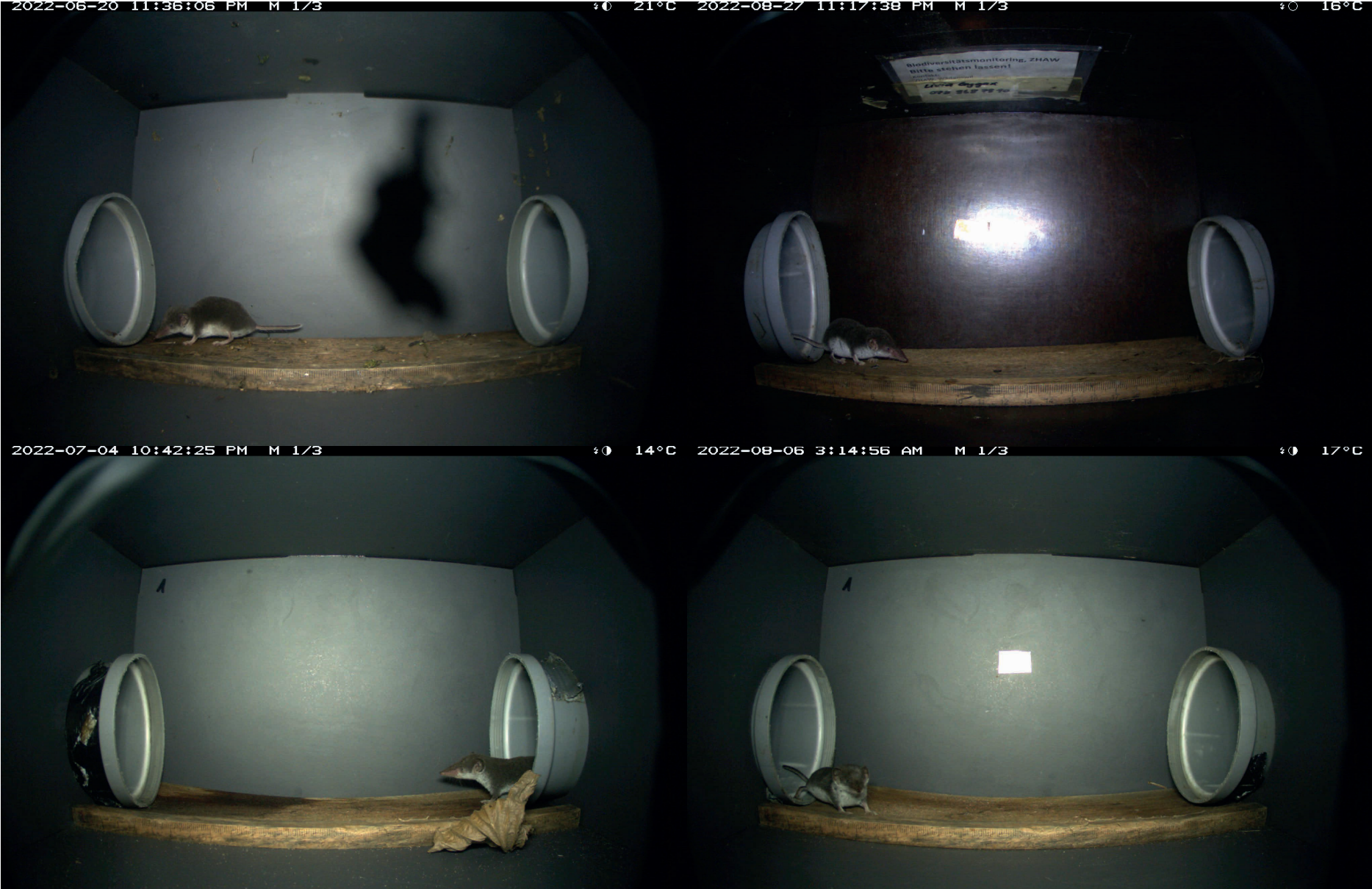
# Anhang A

*Apodemus sp.*





*Crocidura leucodon*





*Crocidura russula*





*Glis glis*





*Microtus arvalis*



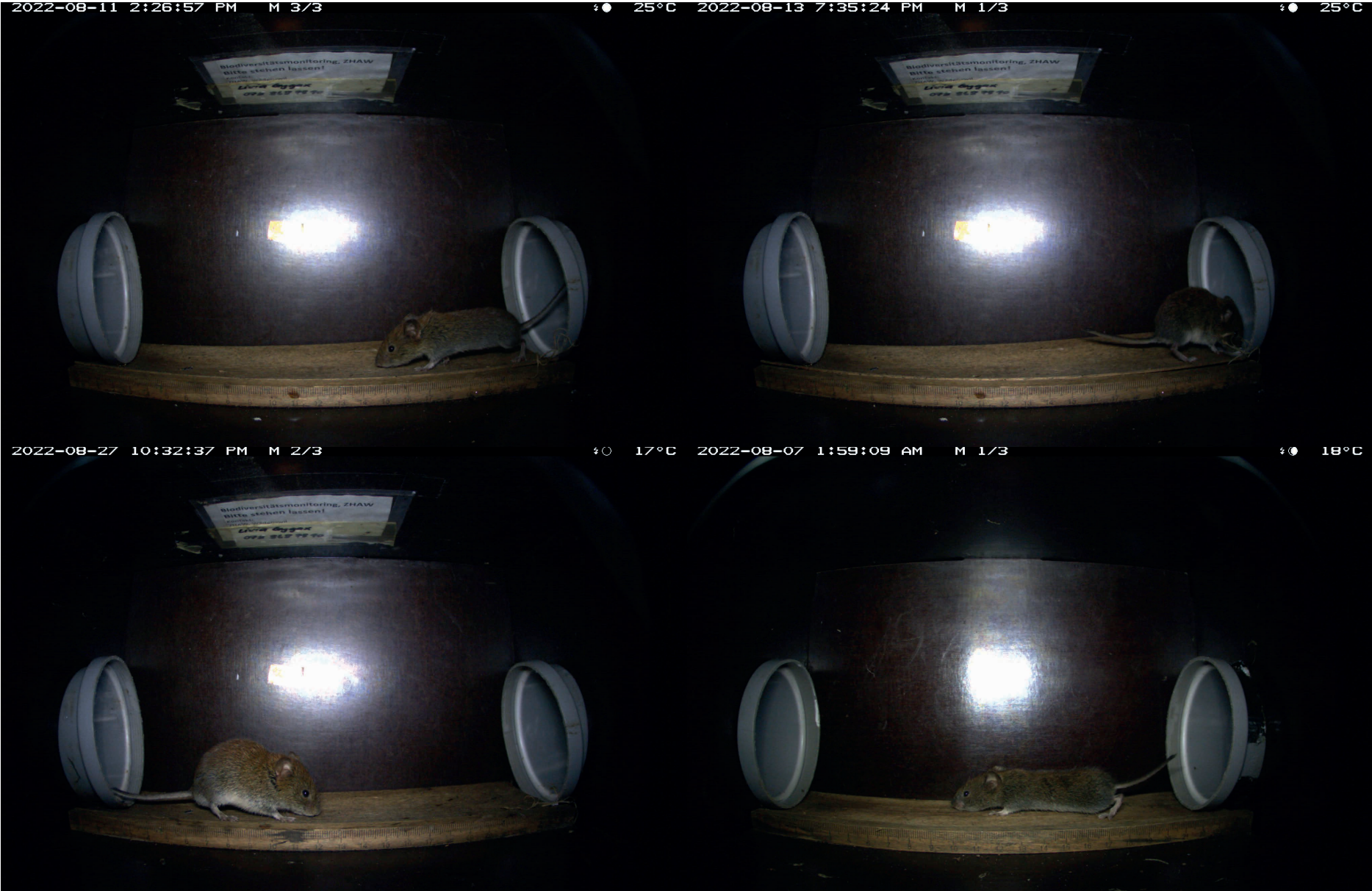


*Mustela erminea*



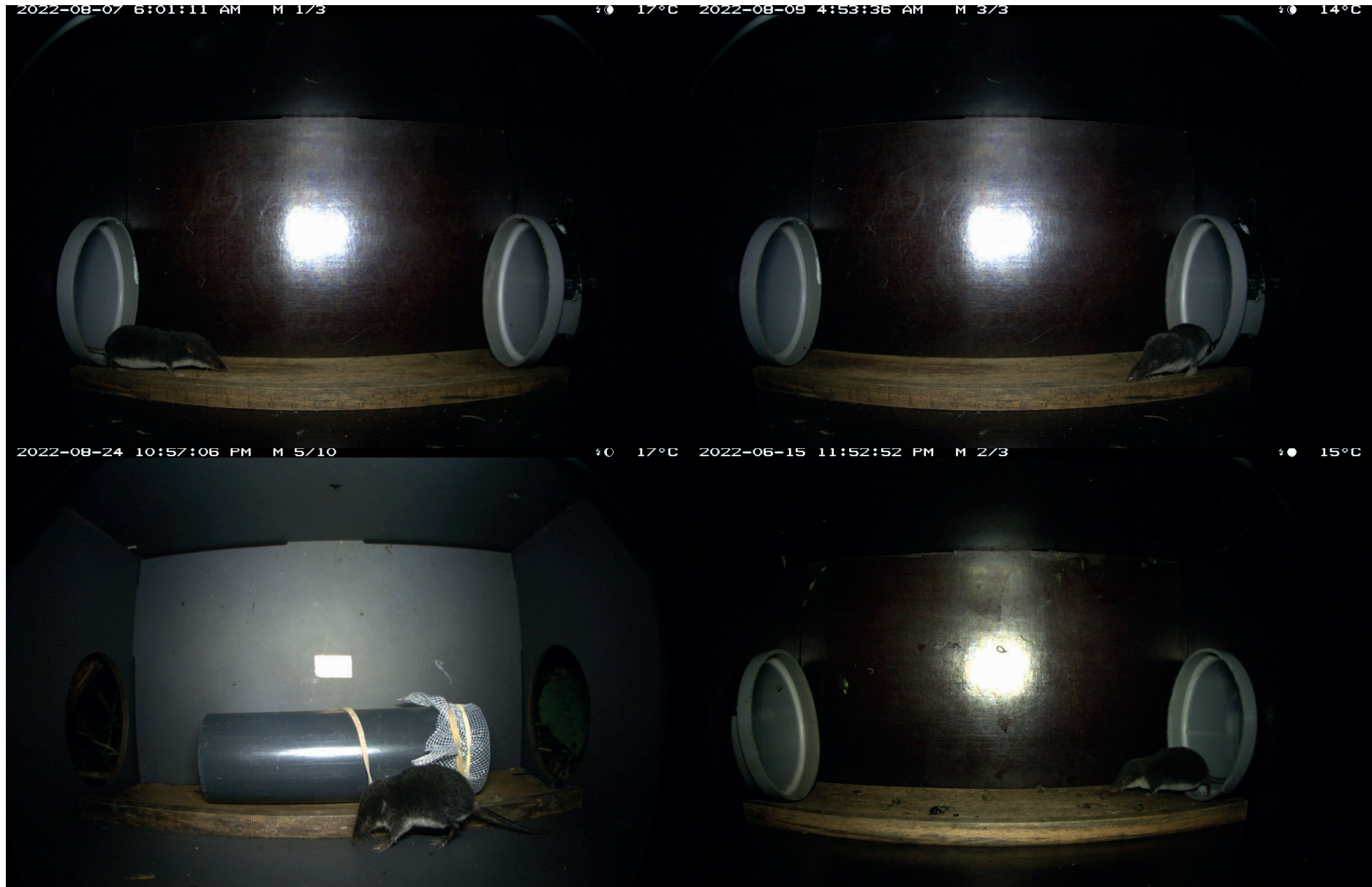


*Myodes glareolus*

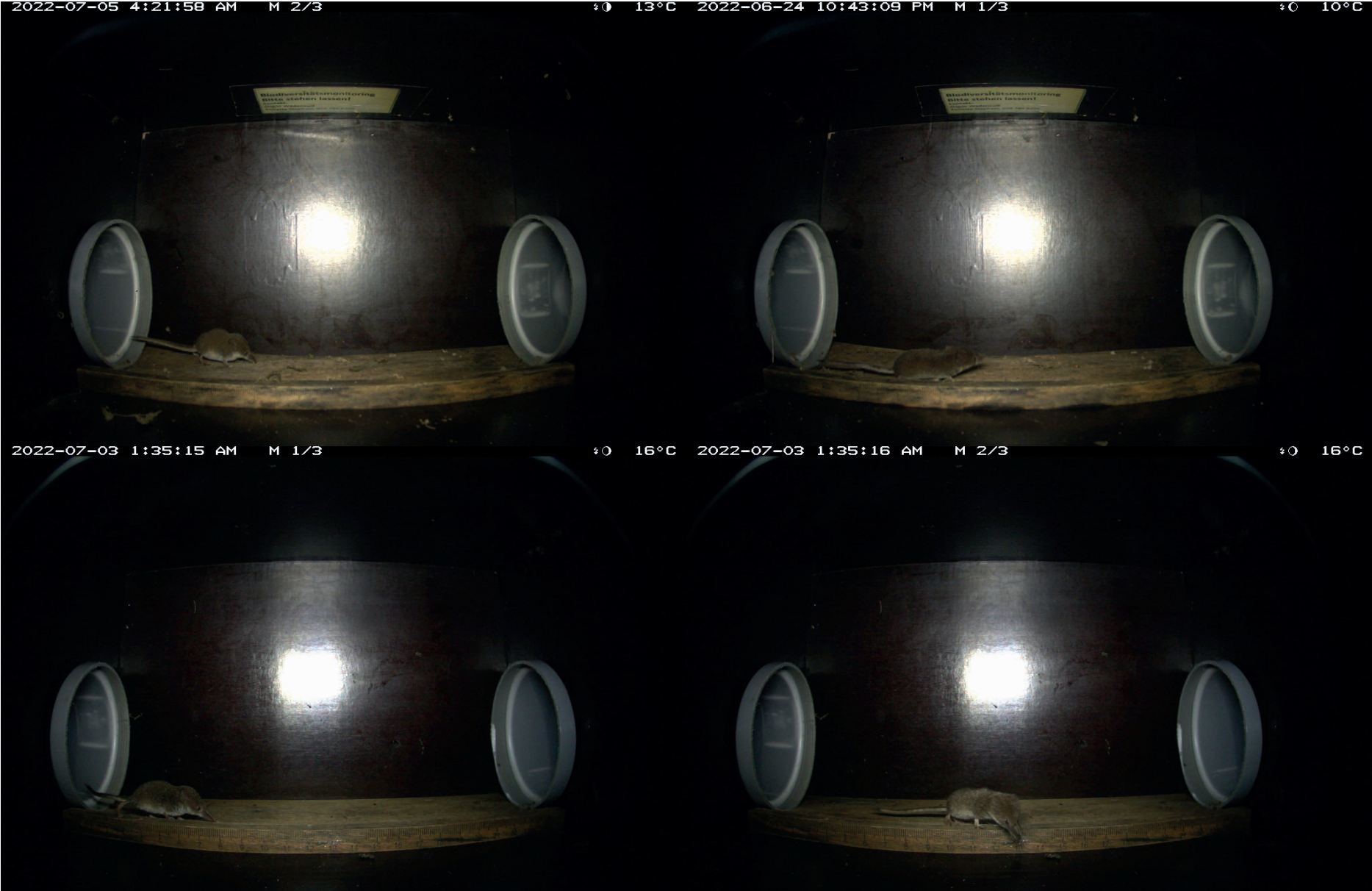




*Neomys sp.*

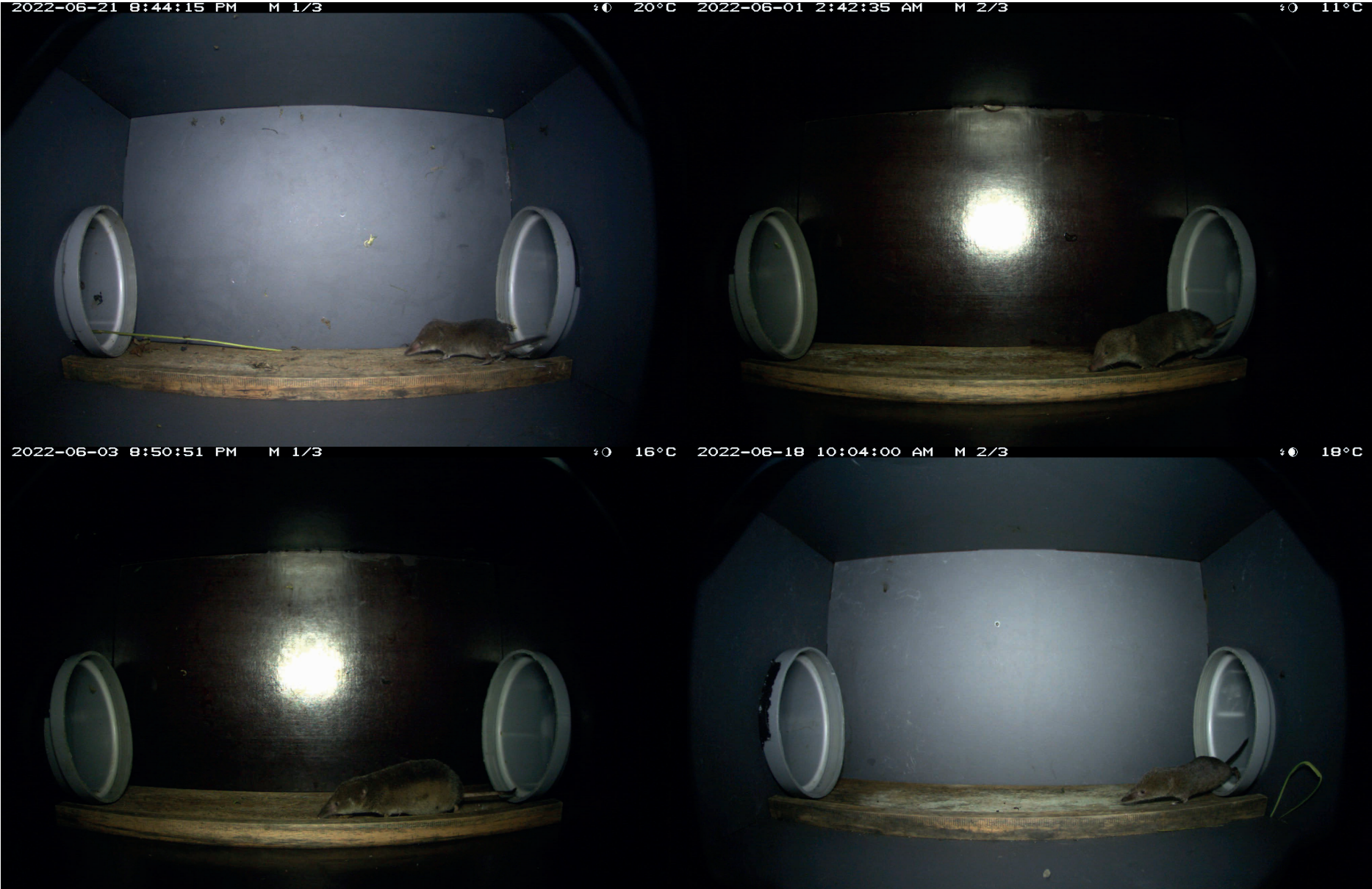


*Sorex minutus*





*Sorex sp.*





# Anhang B

Standort 1 - R20A



Standort 2 - R22A



Standort 3 - R23A





Standort 4 - R20A



Standort 5 - R25A



Standort 6 - R26A





Standort 7 - R27A



Standort 8 - R58A



Standort 9 - R59A





Standort 10 - R60A



Standort 11 - R20B



Standort 12 - R22B





Standort 13 - R23B



Standort 14 - R24B



Standort 15 - R25B





Standort 16 - R26B



Standort 17 - R27B



Standort 18 - R58B





Standort 19 - R59B



Standort 20 - R60B



Standort 21 - R20C





Standort 22 - R22C



Standort 23 - R23C



Standort 24 - R24C





Standort 25 - R25C



Standort 26 - R26C



Standort 27 - R27C





Standort 28 - R58C



Standort 29- R59C



Standort 30 - R60C





## Anhang C: Feldprotokolle

Anzahl_Eintritte	Standort	Vernetzung	V_Detail	LR	LR_detail	Fotofalle	Shannon	Evenness	Simpson	Bemerkung	Distanz_FG	FG_K_56	X_Koordinaten	Y_Koordinaten
75	1	gut		Dauerwiese	Dauerwiese_fg	R20A	0.86	0.54	0.33	Fliessgewässer	55.90	1	2760028	1195314
6	2	gut		Dauerwiese	Dauerwiese	R22A	0.65	0.65	0.33		85.44	0	2760043	1195263
48	3	gut		Dauerwiese	Dauerwiese	R23A	2.13	0.92	0.77	Fliessgewässer	20.00	1	2760338	1195517
90	4	gut		Dauerwiese	Dauerwiese_fg	R24A	0.32	0.2	0.09	Fliessgewässer	39.05	1	2760545	1195478
16	5	gut		Extensivwiese	Extensivwiese	R25A	2.02	0.87	0.76		179.03	0	2761151	1195225
27	6	mässig-schlecht	schlecht	Extensivwiese	Extensivwiese	R26A	0.98	0.62	0.42		462.09	0	2760535	1196204
3	7	mässig-schlecht	maessig	Hecke	Hecke	R27A	0	0	0		380.79	0	2762696	1196978
26	8	gut		Dauerwiese	Dauerwiese_fg	R58A	1.46	0.73	0.58		100.00	0	2763074	1199942
31	9	gut		Waldrand	Waldrand	R59A	0.63	0.31	0.19		722.79	0	2763290	1201815
50	10	mässig-schlecht	maessig	Hecke	Hecke	R60A	1.77	0.76	0.69	Fliessgewässer	5.00	1	2761535	1201791
6	11	mässig-schlecht	maessig	Hecke	Hecke_Wild	R20B	0	0	0		742.04	0	2762104	1203475
5	12	mässig-schlecht	maessig	Extensivwiese	Extensivwiese	R22B	0.92	0.92	0.67		484.17	0	2762971	1203783
11	13	gut		Extensivwiese	Extensivwiese_fg	R23B	0.87	0.55	0.35	Fliessgewässer	41.23	1	2763271	1204482
132	14	gut		Hecke	Hecke_fg	R24B	1.87	0.66	0.67	Fliessgewässer	49.24	1	2764276	1204766
0	15	gut		Waldrand	Waldrand	R25B	0	0	0		227.27	0	2763401	1205232
12	16	gut		Hecke	Hecke	R26B	1.24	0.78	0.56		72.11	0	2762989	1205664
13	17	gut		Waldrand	Waldrand	R27B	0.99	0.63	0.41	Fliessgewässer	15.00	1	2763095	1206018
7	18	mässig-schlecht	schlecht	Reben	Reben	R58B	0	0	0		358.47	0	2762595	1205849
4	19	mässig-schlecht	schlecht	Reben	Reben_Mauer	R59B	0.92	0.92	0.67		541.34	0	2762061	1205699
2	20	mässig-schlecht	maessig	Reben	Reben_Mauer	R60B	0	0	0		226.27	0	2761852	1205438
89	21	gut		Hecke	Hecke	R20C	0.47	0.3	0.15	Kotroehren	289.01	0	2761062	1205930
47	22	gut		Hecke	Hecke_fg	R22C	1.29	0.64	0.55	Fliessgewässer	46.10	1	2761525	1207187
53	23	gut		Reben	Hecke_Reben	R23C	1.39	0.69	0.58		471.83	0	2760533	1207089
234	24	gut		Waldrand	Waldrand	R24C	1.19	0.46	0.4		329.01	0	2760284	1206978
328	25	gut		Hecke	Hecke	R25C	1.38	0.87	0.59		98.62	0	2759723	1207630
42	26	gut		Waldrand	Waldrand	R26C	1.47	0.93	0.63	Kotroehren	137.93	0	2759816	1207782
20	27	mässig-schlecht	maessig	Hecke	Hecke	R27C	0.93	0.93	0.48	Kotroehren	436.03	0	2760091	1208383
244	28	mässig-schlecht	maessig	Hecke	Hecke	R58C	0.3	0.3	0.1		524.24	0	2759818	1208318
49	29	gut		Waldrand	Waldrand	R59C	2.03	0.87	0.74	Kotroehren	994.55	0	2759985	1209970
8	30	gut		Dauerwiese	Dauerwiese	R60C	0	0	0	Heimweide	1133.58	0	2760296	1209952

Gebiet											1	Datum: 31.05.22
Standortinformation Mammaliabox												
Standort Nr.	SD Karte	Koordinaten	Exposition	Höhe m.ü.M	Struktur	Lebensraum	Vernetzung Hermeli	Anzahl Strukturen	Ortschaft	Bemerkung Wieselprojekt		
1	R20A	760028/195314	NW	565	Asthaufen	Dauerwiese	gut	1	Trimmis	Wildtierbrücke		
2	R22A	760043/195263	SO	550	Asthaufen	Dauerwiese	gut	1	Trimmis	Wildtierbrücke		
3	R23A	760338/195517	SO	585	Asthaufen	Dauerwiese	gut	4	Trimmis	Aufzuchtgebiet		
4	R24A	760545/195478	NW	594	Asthaufen	Dauerwiese	gut	2	Trimmis	Vernetzung		
5	R25A	761151/195225	SO	653	Asthaufen	Extensiv genutzte Wiese	gut	3	Trimmis	Vernetzung		
6	R26A	760535/196204	SO	553	Asthaufen	Extensiv genutzte Wiese	schlecht	3	Trimmis-Zizers	Vernetzung		
7	R27A	762696/196978	SW	978	Asthaufen	Hecke / steiler Hang / Ge	mässig-gut	4	Says	Aufzuchtgebiet		
7.2	R01A	762696/196978	SO	975	Baum	Hecke / steiler Hang / Ge	mässig-gut	4	Says	Aufzuchtgebiet		
8	R58A	763074/199942	SW	734	Asthaufen	Dauerwiese	gut	5	Zizers	Aufzuchtgebiet		
9	R59A	763290/201815	SO	724	Asthaufen	Waldrand	gut	7	Zizers	Aufzuchtgebiet		
10	R60A	761535/201791	SO	524	Asthaufen	Hecke / Gebüsch neben i	mässig-schlecht	3	Landquart-Zizers	Vernetzung		
Gebiet											2	Datum: 05.07.22
Standortinformation Mammaliabox												
Standort Nr.	SD Karte	Koordinaten	Exposition	Höhe m.ü.M	Struktur	Lebensraum	Vernetzung Hermeli	Anzahl Strukturen	Ortschaft	Bemerkung Wieselprojekt		
11	R20B	762104/203475	S	529	Asthaufen	Wildhecke mit Krautsaun	mässig	2	Landquart-Zizers	Vernetzung		
12	R22B	762971/203783	N	541	Asthaufen	extensiv genutzte Wiese	mässig	4	Landquart-Zizers	Vernetzung		
13	R23B	763271/204482	O	548	Asthaufen	extensiv genutzte Wiese	gut	3	Malans-Landquart	Aufzuchtgebiet		
14	R24B	764276/204766	SW	563	Asthaufen	Hecken, Feld und Ufergel	gut	1	Malans-Landquart	Vernetzung		
15	R25B	763401/205232	O	583	Asthaufen	extensiv genutzte Wiese	gut	4	Malans	Aufzuchtgebiet		
16	R26B	762989/205664	O	617	Asthaufen	Hecken-, Feld- und Uferg	gut	1	Malans	Vernetzung		
17	R27B	763095/206018	W	667	Asthaufen	extensiv genutzte Wiese	gut	4	Malans	Aufzuchtgebiet		
18	R58B	762595/205849	NO	585	Rebstockhaufen	Rebberg	schlecht	3	Maiefeld-Malans	Reben, Siedlung		
19	R59B	762061/205699	SO	570	Rebstockhaufen	Stützmauer, Reben, dahl	schlecht	1	Maiefeld-Malans	Reben		
20	R60B	761852/205438	O	535	Rebstockhaufen	Stützmauer, Reben	mässig	1	Maiefeld-Malans	Reben, Aufzuchtgebiet		
Gebiet											3	Datum: 02.08.2022
Standortinformation Mammaliabox												
Standort Nr.	SD Karte	Koordinaten	Exposition	Höhe m.ü.M	Struktur	Lebensraum	Vernetzung Hermeli	Anzahl Strukturen	Ortschaft	Bemerkung Wieselprojekt	Kotröhren	
21	R20C	761062/205930	W	530	Asthaufen / Stein	extensiv genutzte Wiese	gut	4	Maiefeld-Malans	Aufzuchtgebiet	X	
22	R22C	761525/207187	SW	619	Rebstockhaufen	Hecke, Christbäume, Dau	gut	7	Maiefeld-Malans	Aufzuchtgebiet	nein	
23	R23C	760533/207089	SW	543	Rebstockhaufen	Hecken-, Feld- und Uferg	gut	5	Maiefeld-Malans	Aufzuchtgebiet	nein	
24	R24C	760284/206978	S	510	Asthaufen	Bewaldete Böschung mit	gut	4	Maiefeld-Malans	Aufzuchtgebiet	nein	
25	R25C	759723/207630	SW	541	Asthaufen	BFF Vernetzung, Hecke n	gut	3	Maiefeld	Vernetzung	nein	
26	R26C	759816/207782	SW	550	Asthaufen	Besondere Eichen und W	gut	3	Maiefeld	Aufzuchtgebiet	X	
27	R27C	760091/208383	O	610	Asthaufen	Hecken-, Feld- und Uferg	mässig	4	Maiefeld	Vernetzung	X	
28	R58C	759818/208318	W	581	Asthaufen	Hecken-, Feld- und Uferg	mässig	2	Maiefeld	Vernetzung	nein	
29	R59C	759985/209970	W	710	Asthaufen	Besondere Eichen und W	gut	4	Maiefeld	Aufzuchtgebiet	X	
30	R60C	760296/209952	S	857	Asthaufen	Weiden (Heimweiden, ü)	gut	4	Maiefeld	Aufzuchtgebiet	nein	



## Ereignisse pro Fallennacht (Alle Standorte zusammen, Detailansicht in Excell-File ersichtlich)

Datum	Ereignisse/d
31.05.22 Ergebnis	2
01.06.22 Ergebnis	10
02.06.22 Ergebnis	5
03.06.22 Ergebnis	8
04.06.22 Ergebnis	3
05.06.22 Ergebnis	8
06.06.22 Ergebnis	21
07.06.22 Ergebnis	9
08.06.22 Ergebnis	13
09.06.22 Ergebnis	12
10.06.22 Ergebnis	11
11.06.22 Ergebnis	11
12.06.22 Ergebnis	13
13.06.22 Ergebnis	6
14.06.22 Ergebnis	5
15.06.22 Ergebnis	9
16.06.22 Ergebnis	19
17.06.22 Ergebnis	6
18.06.22 Ergebnis	3
19.06.22 Ergebnis	7
20.06.22 Ergebnis	3
21.06.22 Ergebnis	7
22.06.22 Ergebnis	5
23.06.22 Ergebnis	14
24.06.22 Ergebnis	11
25.06.22 Ergebnis	26
26.06.22 Ergebnis	14
27.06.22 Ergebnis	8
28.06.22 Ergebnis	24
29.06.22 Ergebnis	11
30.06.22 Ergebnis	15
01.07.22 Ergebnis	11
02.07.22 Ergebnis	7
03.07.22 Ergebnis	14
04.07.22 Ergebnis	16
05.07.22 Ergebnis	11

Datum	Ereignisse/d
06.07.22 Ergebnis	2
07.07.22 Ergebnis	10
08.07.22 Ergebnis	7
09.07.22 Ergebnis	5
10.07.22 Ergebnis	4
11.07.22 Ergebnis	7
12.07.22 Ergebnis	4
13.07.22 Ergebnis	6
14.07.22 Ergebnis	6
15.07.22 Ergebnis	4
16.07.22 Ergebnis	11
17.07.22 Ergebnis	2
18.07.22 Ergebnis	3
19.07.22 Ergebnis	4
20.07.22 Ergebnis	4
21.07.22 Ergebnis	4
22.07.22 Ergebnis	5
23.07.22 Ergebnis	3
24.07.22 Ergebnis	5
25.07.22 Ergebnis	9
26.07.22 Ergebnis	9
27.07.22 Ergebnis	9
28.07.22 Ergebnis	5
29.07.22 Ergebnis	13
30.07.22 Ergebnis	15
31.07.22 Ergebnis	18
01.08.22 Ergebnis	13
02.08.22 Ergebnis	22

Datum	Ereignisse/d
03.08.22 Ergebnis	14
04.08.22 Ergebnis	8
05.08.22 Ergebnis	14
06.08.22 Ergebnis	26
07.08.22 Ergebnis	29
08.08.22 Ergebnis	38
09.08.22 Ergebnis	43
10.08.22 Ergebnis	37
11.08.22 Ergebnis	33
12.08.22 Ergebnis	25
13.08.22 Ergebnis	20
14.08.22 Ergebnis	16
15.08.22 Ergebnis	36
16.08.22 Ergebnis	23
17.08.22 Ergebnis	18
18.08.22 Ergebnis	21
19.08.22 Ergebnis	55
20.08.22 Ergebnis	104
21.08.22 Ergebnis	73
22.08.22 Ergebnis	71
23.08.22 Ergebnis	49
24.08.22 Ergebnis	47
25.08.22 Ergebnis	46
26.08.22 Ergebnis	35
27.08.22 Ergebnis	52
28.08.22 Ergebnis	65
29.08.22 Ergebnis	71
30.08.22 Ergebnis	24
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>1680</b>

## Anhang D: R-Skript

```
#Datenanalyse BA

#Fragestellungen:

# 1) Wie erfolgreich können Kleinsäuger mit der Mammaliabox an
Kleinstrukturen nachgewiesen werden?

# 2) Kann die Anzahl nachgewiesener Arten an der Kleinstruktur anhand des
Lebensraums erklärt werden, in dem die Kleinstruktur eingebettet ist? Wie
unterscheidet sich die Artenvielfalt, resp. die Artenzusammensetzung zwischen
den Lebensräumen?

# 3) Kann die Anzahl nachgewiesener Arten an der Kleinstruktur anhand von der
Vernetzung (gut / weniger gut) erklärt werden? Unterscheidet sich die
Artenvielfalt zwischen den unterschiedlich vernetzten Kleinstrukturen?

#4) Hat die Distanz zu einem Fließgewässer einen Einfluss auf die Artenvielfalt
respektive die Artenzusammensetzung der nachgewiesenen Arten?

#Vorbereitung

setwd("~/Desktop/BA/Datenanalyse_R")
library(readxl)
library(psych)

daten_tab1 <- read_excel("daten_tab1.xlsx")
View(daten_tab1)

daten = daten_tab1
str(daten)

library(readxl)
daten_art_code <- read_excel("Resultate/daten_art_code.xlsx")
View(daten_art_code)

dac = daten_art_code

str(dac)

#-----

#1) Wie ist die Artenzusammensetzung der Nachweise

dac = daten_art_code

rf_artcode=c("APSP", "CRLE", "CRRU", "GLGL", "MIAR", "MUER", "MYGL", "NESP",
"SOMI", "SOSP", "UNBS")

dac$code=factor(dac$code,levels=rf_artcode)

barplot(table(dac$code, dac$Gebiet ),
col = c("lightblue","royalblue1","lavender", "mistyrose1",
"cornsilk","darkseagreen1", "palevioletred1", "navajowhitel", "indianred3",
"lightseagreen", "tan1"),
xlab = "Gebiet", ylab = "Nachweise", ylim = c(0,1150),
main= "Artenzusammensetzung nach Gebiet")

legend("topleft", inset=.02, box.lty = 0,
```

```

      c(rf_artcode), fill= c("lightblue","royalblue1","lavender", "mistyrose1",
"cornsilk","darkseagreen1", "palevioletred1", "navajowhite1", "indianred3",
"lightseagreen", "tan1"), cex=0.5)

#horiz = TRUE
#beside = TRUE
#title="Arten",
#legend("topright", rf_artcode, pch=15, col =
c("lightblue","lightcyan","lavender", "mistyrose1", "cornsilk","darkseagreen1",
"plum1", "navajowhite1", "indianred1", "lightseagreen", "tan1")

str(dac$LR)
str(dac$code)

barplot(table(dac$code, dac$LR ),
      col = c("lightblue","royalblue1","lavender", "mistyrose1",
"cornsilk","darkseagreen1", "palevioletred1", "navajowhite1", "indianred3",
"lightseagreen", "tan1"),
      xlab = "Lebensraum", ylab = "Individuen", ylim = c(0,900),
      main= "Artenzusammensetzung nach Lebensraum")

legend("topleft", inset=.02, box.lty = 0,
      c(rf_artcode), fill= c("lightblue","royalblue1","lavender", "mistyrose1",
"cornsilk","darkseagreen1", "palevioletred1", "navajowhite1", "indianred3",
"lightseagreen", "tan1"), cex=0.7)

#-----

#2.1)  Shannon index nach LR
# a)   Y-Achse Shannon Index
# b)   X-Achse LR alle
# c)   Boxplot
# d)   ANOVA und posthoc

# Mit Shannon Index

boxplot(daten$Shannon_index~daten$LR , data=daten, main ="Shannon Indexe nach
Lebensraum", ylim=c(0,2.4), ylab="Shannon Index", xlab= "Lebensraum", boxwex =
0.5, boxlwd = 0.5, col=c("lightblue", "cornsilk", "lavender", "mistyrose",
"palegreen"))

qqnorm(daten$Shannon_index)
qqline(daten$Shannon_index, col = "coral")
shapiro.test(daten$Shannon_index) #=> Normalverteilt
#W = 0.93738, p-value = 0.07735

shapiro.test(rstandard(aov(daten$Shannon_index~daten$LR)))
#W = 0.95701, p-value = 0.2593
#Normalverteilt

bartlett.test(daten$Shannon_index~daten$LR)

#Bartlett's K-squared = 0.3865, df = 4, p-value = 0.9836
#Varianzhomogenität weil p > alpha (0.05)

#Anova

install.packages("psych")
library(psych)

```

```

describeBy(daten$Shannon_index, daten$LR)
aov(daten$Shannon_index~daten$LR)
summary(aov(daten$Shannon_index~daten$LR)) #==>keine Signifikanzen

#p-Wert = 0.772 -> nicht signifikant

#Boxplots Evenness und Simpson Indexe nach Lebensraum

boxplot(daten$Evenness~daten$LR, data=daten, main = "Evenness Indexe nach
Lebensraum", ylim=c(0,1), ylab="Evenness Indexe", xlab= "Lebensraum", boxwex =
0.5, boxlwd = 0.5, col=c("lightblue", "cornsilk", "lavender", "mistyrose",
"palegreen"))

boxplot(daten$Simpson~daten$LR, data=daten, main = "Simpson Indexe nach
Lebensraum", ylim=c(0,1), ylab="Simpson Indexe", xlab= "Lebensraum", boxwex =
0.5, boxlwd = 0.5, col=c("lightblue", "cornsilk", "lavender", "mistyrose",
"palegreen"))

#Evenness

shapiro.test(rstandard(aov(daten$Evenness~daten$LR)))
bartlett.test(daten$Evenness~daten$LR)
describeBy(daten$Evenness, daten$LR)
aov(daten$Evenness~daten$LR)
summary(aov(daten$Evenness~daten$LR)) #keine signifikanz

#Simpson Index

shapiro.test(rstandard(aov(daten$Simpson~daten$LR)))
bartlett.test(daten$Simpson~daten$LR)
describeBy(daten$Simpson, daten$LR)
aov(daten$Simpson~daten$LR)
summary(aov(daten$Simpson~daten$LR)) #keine signifikanz

#-----

#2.2) Anzahl Arten nach LR
# a) Y-Achse Anzahl Arten
# b) X-Achse LR alle
# c) Boxplot
# d) ANOVA und posthoc
#Anzahl Eintritte

boxplot(daten$Anzahl_Eintritte~daten$LR, data=daten, main = "Ereignisse nach
Lebensraum", ylim=c(0,350), ylab="Anzahl Ereignisse", xlab= "Lebensraum", boxwex
= 0.5, boxlwd = 0.5, col=c("lightblue", "cornsilk", "lavender", "mistyrose",
"palegreen"))

# Normalverteilung prüfen
shapiro.test(rstandard( aov(daten$Anzahl_Eintritte~daten$LR)))
#W = 0.82373, p-value = 0.0001832
#nicht normalverteilt

kruskal.test(daten$Anzahl_Eintritte~daten$LR)
#Kruskal-Wallis chi-squared = 4.6215, df = 4, p-value = 0.3284

#nicht signifikant

```



```

#-----

#3.1) Shannon index nach Vernetzung
# a) Y-Achse Shannon Index
# b) X-Achse LR alle
# c) Boxplot
# d) Students t.test wenn Normalverteilt und Varianzhomogenität

boxplot(daten$Shannon_index~daten$Vernetzung , data=daten, main ="Shannon Indexe
nach Vernetzungsbewertung", ylim=c(0,2.5), ylab="Shannon Index", xlab=
"Vernetzung", boxwex = 0.5, boxlwd = 0.5, col=c("darkseagreen1", "lightcoral"))

boxplot(daten$Evenness~daten$Vernetzung , data=daten, main ="Evenness Indexe
nach Vernetzungsbewertung", ylim=c(0,1), ylab="Evenness Index", xlab=
"Vernetzung", boxwex = 0.5, boxlwd = 0.5, col=c("darkseagreen1", "lightcoral"))

boxplot(daten$Simpson~daten$Vernetzung , data=daten, main ="Simpson Indexe nach
Vernetzungsbewertung", ylim=c(0,1), ylab="Simpson Index", xlab= "Vernetzung",
boxwex = 0.5, boxlwd = 0.5, col=c("darkseagreen1", "lightcoral"))

shapiro.test(daten$Shannon_index)
#W = 0.93738, p-value = 0.07735
#Normalverteilt

shapiro.test(rstandard(aov(daten$Shannon_index~daten$Vernetzung)))

#W = 0.96312, p-value = 0.3713
#=>Normalverteilt

#weil 2 Stichproben mit var.test auf Varianzhomogenität prüfen

var.test(daten$Shannon_index~daten$Vernetzung)

#p-value = 0.9189
#Varianzhomogenität weil p > alpha (0.05)

describeBy(daten$Shannon_index, daten$Vernetzung)

#Students t-test weil unabhängige Stichproben und Varianzhomogenität

t.test(daten$Shannon_index~daten$Vernetzung, var.equal = TRUE)

#p-value = 0.03866 ==> Signifikant!

describeBy(daten$Evenness, daten$Vernetzung)

describeBy(daten$Simpson, daten$Vernetzung)

describeBy(daten$Anzahl_Eintritte, daten$Vernetzung)
#-----

#3.2) Anzahl Eintritte nach Vernetzung -> unabhängig
# a) Y-Achse Anzahl Arten
# b) X-Achse Vernetzung
# c) Boxplot
# d) Students t.test wenn Normalverteilt und Varianzhomogenität,wenn nicht
kruskal.test

boxplot(Anzahl_Eintritte~Vernetzung, data=daten, main ="Ereignisanzahl nach

```

```

Vernetzungsbewertung", ylim=c(0,350), ylab="Anzahl Ereignisse", xlab=
"Vernetzungsbewertung", boxwex = 0.3, boxlwd = 0.6, col=c("darkseagreen1",
"lightcoral"))

#Normalverteilung prüfen
qqnorm(daten$Anzahl_Eintritte)
qqline(daten$Anzahl_Eintritte, col = "coral")
shapiro.test(daten$Anzahl_Eintritte)

#Shapiro-Wilk normality test
#data: daten$Anzahl_Eintritte
#W = 0.67577, p-value = 7.059e-07

describeBy(daten$Anzahl_Eintritte, daten$Vernetzung)

shapiro.test(rstandard(aov(daten$Anzahl_Eintritte~daten$Vernetzung)))
#nicht normalverteilt
#p-wert:7.555e-07

#H-Test da nicht normalverteilt = Kruskal-Test
kruskal.test(daten$Anzahl_Eintritte~daten$Vernetzung)

#p-value = 0.04527 = p < alpha

#falls signifikant: pairwise.wilcox.test

pairwise.wilcox.test(daten$Anzahl_Eintritte, daten$Vernetzung)
#p-value = 0.048 signifikant!

#-----

#4) Hat die Distanz zu einem Fließgewässer einen Einfluss auf die Artenvielfalt
der nachgewiesenen Arten?

boxplot(daten$Shannon_index~daten$FG_K_56, data=daten, main ="Artenvielfalt im
Zusammenhang mit Fließgewässer Distanz >/< 60 Meter", ylim=c(0,2.5),
ylab="Shannon Index", xlab= "Fließgewässer Distanz 0 = > 60 Meter, 1 = < 60
Meter", boxwex = 0.5, boxlwd = 0.5, col=c("cornsilk", "palegreen"))

boxplot(daten$Evenness~daten$FG_K_56, data=daten, main ="Evenness Index im
Zusammenhang mit Fließgewässer Distanz >/< 60 Meter", ylim=c(0,1),
ylab="Evenness", xlab= "Fließgewässer Distanz 0 = > 60 Meter, 1 = < 60 Meter",
boxwex = 0.5, boxlwd = 0.5, col=c("cornsilk", "palegreen"))

boxplot(daten$Simpson~daten$FG_K_56, data=daten, main ="Simpson Index im
Zusammenhang mit Fließgewässer Distanz >/< 60 Meter", ylim=c(0,1),
ylab="Simpson Index", xlab= "Fließgewässer Distanz 0 = > 60 Meter, 1 = < 60
Meter", boxwex = 0.5, boxlwd = 0.5, col=c("cornsilk", "palegreen"))

describeBy(daten$Shannon_index , daten$FG_K_56)
describeBy(daten$Evenness, daten$FG_K_56)
describeBy(daten$Simpson, daten$FG_K_56)

shapiro.test(rstandard(aov(daten$Shannon_index~daten$FG_K_56)))
#p-value = 0.1067 Normalverteilt

var.test(daten$Shannon_index~daten$FG_K_56)
#p-value = 0.8995

t.test(daten$Shannon_index~daten$FG_K_56, var.equal=TRUE)
#p-value = 0.1092
# => nicht signifikant

```



## Anhang E: Index Berechnungen Resultate

SHANNON	DW	EW	HE	RE	WR
Median	0.76	0.95	1.08	0.46	1.09
Mean	0.9	1.2	0.92	0.58	1.05
Evenness	DW	EW	HE	RE	WR
MEDIAN	0.6	0.745	0.66	0.34	0.545
MEAN	0.51	0.74	0.52	0.4	0.53
Simpson	DW	EW	HE	RE	WR
MEDIAN	0.33	0.545	0.52	0.29	0.41
MEAN	0.35	0.55	0.38	0.31	0.4

## Anhang F: Pro Natura Graubünden «Strukturreiches Bündner Rheintal» Übersicht Lebensraum-Kernpatches nach Dürst (2019) (Jung 2020):

Tabelle 1: Übersicht über die Lebensraum-Kernpatches. Kernpatches 1-3 sowie 4-6 werden als Schwerpunktgebiete für Aufwertungsmaßnahmen definiert.

Schwerpunktgebiet	Kernpatch Nr.	Name	Gesamtfläche Kernpatch [ha]	Fachgutachterliche Einschätzung (Dürst, 2019)
Bündner Herrschaft	1	St. Luzisteig	74	Lebensraum optimierungsbedürftig
	2	Maienfeld/Jenins	347	Lebensraum optimierungsbedürftig
	3	Malans	82	Zustand Lebensraum gut
Fünf Dörfer	4	Igis/Zizers	259	Lebensraum optimierungsbedürftig
	5	Says	83	Lebensraum optimierungsbedürftig
	6	Trimmis	223	Zustand Lebensraum gut
<b>Total</b>			<b>1'068</b>	

## Anhang G: Resultate Spurentunnel Pro Natura Graubünden. Ausgewertet von Pro Natura Graubünden (2022)

Tunnelnumm	Koord_X	Koord_Y	Ort	Name, Vornar	Datum Start	Spuren	Art 1	Art 2
R20A	1195314	2760029	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R22A	1195263	2760044	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R23A	1195517	2760339	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R24A	1195478	2760546	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R25A	1195225	2761152	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R26A	1196204	2760536	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R27A	1196978	2762697	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R01A	1196962	2762709	Trimmis	Gygax, Livia	31.05.22			
R58A	1199942	2763075	Zizers	Gygax, Livia	31.05.22			
R59A	1201815	2763291	Landquart	Gygax, Livia	31.05.22			
R60A	1201791	2761536	Zizers	Gygax, Livia	31.05.22			
R20B	1203475	2762105	Landquart	Gygax, Livia	05.07.22			
R22B	1203783	2762972	Landquart	Gygax, Livia	05.07.22			
R23B	1204482	2763272	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R24B	1204766	2764277	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R25B	1205232	2763402	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R26B	1205664	2762990	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R27B	1206018	2763096	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R58B	1205849	2762596	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R59B	1205699	2762062	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R60B	1205438	2761853	Malans	Gygax, Livia	05.07.22			
R20C	1205930	2761063	Malans	Gygax, Livia	02.08.22	2	Hermelin	Kleiner Nager
R22C	1207187	2761526	Jenins	Gygax, Livia	02.08.22	1	Kleiner Nager	NA
R23C	1207089	2760534	Jenins	Gygax, Livia	02.08.22	1	Hermelin	NA
R24C	1206978	2760285	Maienfeld	Gygax, Livia	02.08.22			
R25C	1207630	2759724	Maienfeld	Gygax, Livia	02.08.22	1	Unbekannt	NA
R26C	1207782	2759817	Maienfeld	Gygax, Livia	02.08.22	1	Eidechse	NA
R27C	1208383	2760092	Maienfeld	Gygax, Livia	02.08.22			
R58C	1208318	2759819	Maienfeld	Gygax, Livia	02.08.22	1	Kleiner Nager	NA
R59C	1209970	2759986	Maienfeld	Gygax, Livia	02.08.22	2	Siebenschläfer	Kleiner Nager
R60C	1209952	2760297	Maienfeld	Gygax, Livia	02.08.22	1	Unbekannt	NA



# Kleinsäugermonitoring mit der Mammalia Box im Bündner Rheintal

Livia Gygax, Bachelorarbeit 2023, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Life Science and Facility Management; Abgabedatum: 10.02.2023

Fachkoryrigierende: Prof. Dr. Roland Graf und Martina Reifer-Bächtiger, Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA; IUNR

## Einleitung

Die Gruppe der kleinen Säugetiere in der Schweiz umfasst 34 Arten, davon werden 35% auf der roten Liste als gefährdet eingestuft [3]. Sie sind auf strukturreiche Lebensräume angewiesen [1][7][10]. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft und Meliorationen wurden wichtige Lebensräume fragmentiert und isoliert [5][8].

Das Projekt von Pro Natura Graubünden «Strukturreiches Bündner Rheintal» hat sich zum Ziel gesetzt die Lebensräume der gewählten Schararten, Hermelin (*Mustela erminea*) und Mauswiesel (*Mustela nivalis*), aufzuwerten und zu vernetzen, dafür wurden (Klein-)Strukturen erstellt und gepflanzt [4].

## Zielsetzung

Das Ziel war die Nachweise der Mammalia Box an den von Pro Natura Graubünden erstellten Kleinstrukturen anzuwenden und somit die Nachweismethode zu testen und die Untersuchung des Einflusses auf die Artenvielfalt aufgrund deren Lebensräumen, der Vernetzung und dem Einfluss der Fliessgewässerdistanz zu untersuchen.

1. Wie gut können Kleinsäuger mit der Mammalia Box an Kleinstrukturen nachgewiesen werden?
2. Kann die Anzahl nachgewiesener Arten an der Kleinstruktur anhand des Lebensraums erklärt werden, in dem die Kleinstruktur eingebettet ist? Wie unterscheidet sich die Artenvielfalt, respektive die -zusammensetzung zwischen den Lebensräumen?
3. Kann die Artenvielfalt an der Kleinstruktur anhand der Vernetzungsbewertung (gut /mässig-schlecht) erklärt werden? Unterscheidet sich die Artenvielfalt zwischen den unterschiedlich vernetzten Kleinstrukturen?
4. Hat die Distanz zu einem Fliessgewässer einen Einfluss auf die Artenvielfalt, respektive die -zusammensetzung der nachgewiesenen Arten?

## Methode

Die Mammalia Boxen wurden mit Weissblitz-Wildtierkameras ausgestattet und an zuvor definierten Standorten der Kleinstrukturen platziert und die zugehörigen Lebensraumtypen dokumentiert. Die aus den aufgenommenen Bildern resultierenden Artnachweise [6][9] wurden den Fragestellungen entsprechend statistisch ausgewertet.

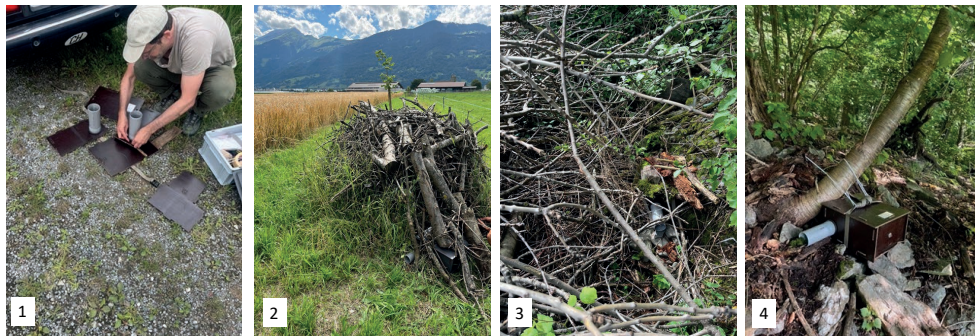
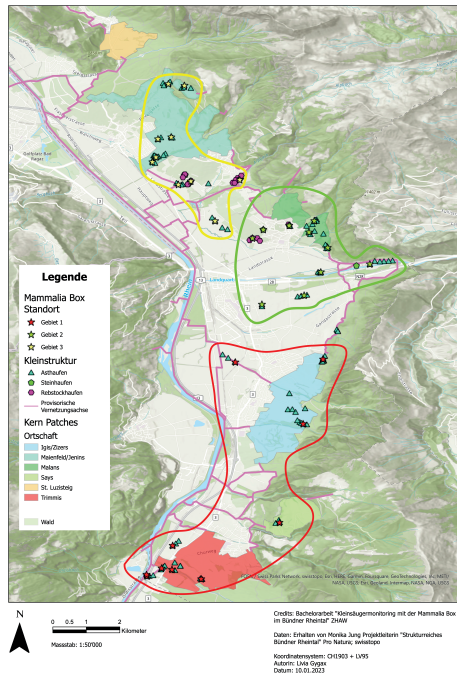


Abb. 1-4: Feldforschungsaufnahmen während dem Aufbauprozess der Mammalia Boxen. Fotos: Livia Gygax, 2022

## Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet vom Pro Natura Graubünden Projekt erstreckt sich von St. Luzis-teig bis Trimmis [11]. Das Klima ist mild und trocken/warm [2]. Dies begünstigt die Landwirtschaft und auch seltene Kleinsäugerarten wie z.B. die Feldspitzmaus.

### Untersuchungsgebiet Mammalia Boxen Standorte



## Resultate

Insgesamt konnten zehn Arten nachgewiesen werden. Sieben Arten konnten bis auf Art- und drei bis auf Gattungsniveau bestimmt werden. Die statistische Auswertung hat ergeben, dass die Artenvielfalt der Lebensraumtypen «Hecken» am höchsten war. Es zeigte sich zudem, dass die «gut» vernetzten Lebensräume mehr Vielfalt aufwiesen, als die «mässig bis schlecht» vernetzten (Abb. 8-10). Die Untersuchung der Fliessgewässerdistanz auf die Artenvielfalt wies keine Signifikanzen auf.

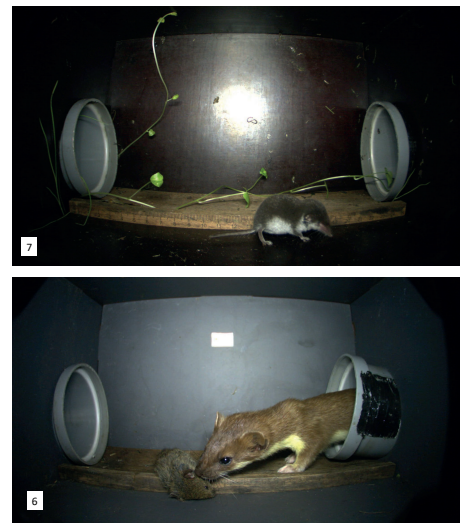
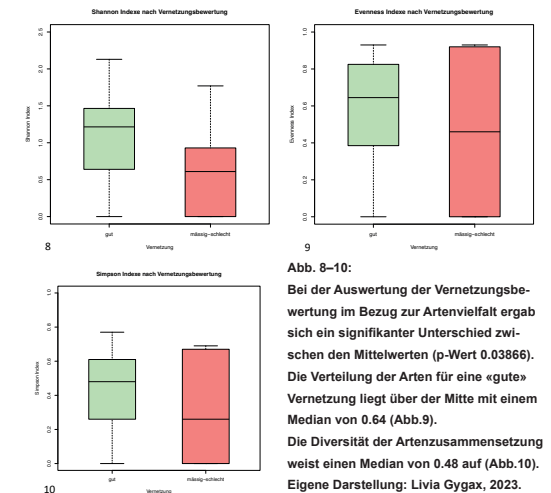


Abb.6-7: Nachweise mit der Mammalia Box: *Mustela erminea* (6), *Crocicidura leucodon* (7) Livia Gygax, 2022.

Tabelle 1: Auflistung der Artnachweise in Gebiet 1-3 aufgeteilt.

Familie	Art Code	Art	Gebiet 1	Gebiet 2	Gebiet 3
Muridae	APSP	<i>Apodemus sp.</i>	55	83	466
Soricidae	CRLE	<i>Crocicidura leucodon</i>	4	10	19
Soricidae	CRRU	<i>Crocicidura russula</i>	0	2	0
Gilridae	GLGL	<i>Glis glis</i>	6	19	24
Cricetidae	MIAR	<i>Microtus arvalis</i>	17	4	23
Mustelidae	MUER	<i>Mustela erminea</i>	15	0	22
Cricetidae	MYGL	<i>Myodes glareolus</i>	155	53	393
Soricidae	NESP	<i>Neomys sp.</i>	22	0	71
Soricidae	SOMI	<i>Sorex minutus</i>	7	5	3
Soricidae	SOSP	<i>Sorex sp.</i>	68	6	12
Anz. Nachweise			349	182	1033
Anz. Taxa			9	8	9
UNBS			23	10	81



## Einsatzbereite Mammalia Box

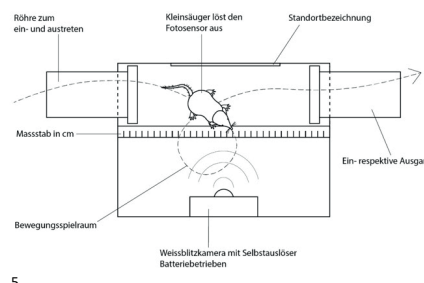


Abb.5: Schematische Darstellung der einsatzbereiten Mammalia Box in Vogelperspektive. Illustration: Isabela Gygax, 2023.

## Diskussion & Schlussfolgerung

Die Nachweismethode mit der Mammalia Box stellte sich im Rahmen dieser Arbeit als effizientes Mittel heraus. Weiterführend empfiehlt es sich die Ereignisse pro Fallennacht zu analysieren, um die Effizienz der Mammalia Boxen zu ergründen.

Projekte wie dieses von Pro Natura Graubünden fördern, dank ihren Strukturierungen, die Qualität der Lebensräume und haben einen positiven Einfluss auf die Biodiversität. Die Aufwertung der Lebensräume sowie eine extensive und biodiversitätsfreundliche Bewirtschaftung sollten weiterhin vorangetrieben werden [5][10], da so Kleinsäuger gefördert werden, die eine wichtige ökologische Rolle spielen und als Indikatoren für artenreiche Kulturlandschaften dienen.

## Quellen

[1] Andren, H. (1994). Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review. *Oikos*, 71(2), 358-366. <https://doi.org/10.2307/36822>  
[2] Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz. (2022, Januar 8). Jahresverlauf an Stationen—MeteoSchweiz. Jahresverlauf an Stationen. <https://www.meteo.ch/de/wetter/aktuelle-wetter-und-klima-daten/regionales/wetter-und-klima-an-stationen/>  
[3] CASP. (2022). Rote Liste der Säugetiere (ohne Fledermaus). (S. 42-51) [Unverf. Zitat 22]. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Info fauna (CSFP). <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/04/wildtiere/roteliste/roteliste-der-saeugetiere.html>  
[4] Jung, M. (2022). Strukturreiches Bündner Rheintal (Projektbericht). Pro Natura Graubünden.  
[5] Leber, T., Paul, D., Gessner, Y., Klaus, G., Schmalzer, C., Witzel, P., & Walter, T. (Hrsg.). (2019). Der Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1990: Ist die 'Teleobla erreicht' (1. Aufl.). Haupt.  
[6] Marchet, P., Buisson, M., Cappel, S., Centre suisse de cartographie de la faune, & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.). (2008). Säugetiere der Schweiz: Bestimmungsschlüssel. Centre suisse de cartographie de la faune & Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie.  
[7] Müller, J. P. (2019). Die Säugetiere Graubündens: Eine Übersicht. Oerter.  
[8] Müller, H. (2016). Die kleine Wildnis: Einblicke in die Lebensgemeinschaft der kleinen Raubtiere und ihrer Beutetiere in Mittel- und Ostschweiz. Haupt Verlag.  
[9] Reifer-Bächtiger, M. (2022). Bestimmungsschlüssel für Kleinsäuger. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Winterthur.  
[10] Rosser, L., Roth, D., & Hombert, J.-Y. (2021). Art- und Strukturaufbau—Und wie davon profitieren Körner-Eiwe-Lexikon zur ihrer Bedeutung für Wilder, Amphibien und Reptilien. *Abzug Conservation Biology der Universität Bern*.  
[11] Swisspost. (2023). Swiss Geoportal. [geo.admin.ch](https://map.geo.admin.ch). <https://map.geo.admin.ch>