

# **Kleinsäuger auf Waldstandorten unterschiedlicher Entwicklungsstufen im Wildnispark Zürich**

Bachelorarbeit

6. Semester

**von Philip Danuser**

Bachelorstudiengang 2008

Abgabedatum 12.01.2012

Studienrichtung Umweltingenieur

Fachkorrektoren:

Dipl. Ing. FH Martina Bächtiger

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil

WILMA

Schloss, 8820 Wädenswil

Dipl. phil. II Patrik Wiedemeier

Tiefmoos 30

8499 Sternenberg

Dipl. phil. II Christian Stauffer

Geschäftsführer Stiftung Wildnispark Zürich

Alte Sihltalstrasse 38,

8135 Sihlwald



### **Impressum**

Keywords: Apodemus, Myodes, Populationszyklen, Wildnispark Zürich Sihlwald

Zitiervorschlag:

Danuser, P., (2011), Kleinsäuger auf Waldstandorte unterschiedlicher Entwicklungsstufen im Wildnispark Zürich, Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil

Adresse:

Philip Danuser

Heischerstrasse 21

8915 Hausen am Albis

phida@gmx.ch



## **Zusammenfassung**

Kleinsäuger nehmen einen wichtigen Teil in ökologischen Systemen ein. Sie sind nicht nur die Nahrungsgrundlage von Rotfüchsen (*Vulpes vulpes*), Mauswiesel ( *Mustela nivalis*), Eulen (*Strigiformes*) oder Greifvögeln (*Falconiformes*), sondern sie können auch den Prädationsdruck auf gefährdete Arten wie den Feldhasen (*Lepus europaeus*) oder den Kiebitz (*Vanellus vanellus*) verringern, wenn sie in hohen Dichten in einem Gebiet vorkommen, da Räuber auf sie als Beute ausweichen. Speziell auf Waldstandorten haben Kleinsäuger durch ihre grabende Tätigkeit eine auflockernde Wirkung auf die Böden und sie tragen mit der Anlage von Nahrungsdepots zur Samenverbreitung bei.

Im Wildnispark Zürich Sihlwald wurde eine Untersuchung zur Verbreitung von Kleinsäufern auf Waldstandorten unterschiedlicher Entwicklungsstufen durchgeführt.

Dafür wurde im September 2011 ein Lebendfang mit Longworth-Fallen auf 30 verschiedenen Untersuchungsflächen durchgeführt. Die Untersuchungsflächen lagen auf zwei Altersklassen des Waldes und auf drei verschiedenen Waldgesellschaften. Der Lebendfallen-Fang umfasste 1140 Fallennächte (Anzahl Fallen x Anzahl Nächte).

Während der Fangperiode konnten 13 Tiere erfasst werden, was einer Dichte von 1.1 Individuen/ha auf den untersuchten Flächen entspricht. Es konnten die Arten Rötelmaus (*Myodes glareouls*), Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und ein nicht auf Artniveau bestimmtes Individuum der Gattung Waldmaus (*Apodemus sp.*) nachgewiesen werden. Die Datengrundlage war leider zu gering, um statistische Aussagen zu der Verbreitung der Kleinsäuger auf dem Gebiet des Sihlwalds machen zu können. Die tiefe Kleinsäugerdichte wird darauf zurückgeführt, dass die Untersuchung während des Tiefpunkts eines mehrjährigen Populationszyklus durchgeführt wurde. In der Diskussion dieser Arbeit werden deshalb die Faktoren Prädation, inter- und intraspezifische Konkurrenz, Klima, Habitat-Nutzbarkeit und Nahrungsversorgung beschrieben, welche die Schwankungen in der Kleinsäugerdichte bewirken.

## **Abstract**

Small mammals play an important role in ecological systems. They are not only the main staple of red fox (*Vulpes vulpes*), least weasel (*Mustela nivalis*), owls (*Strigiformes*) or raptors (*Falconiformes*), but they can also reduce the predation-risk on endangered species such as the European hare (*Lepus europaeus*) or the lapwing (*Vanellus vanellus*), if they are present in high densities in a certain area. In this case predators will hunt small mammals as alternative prey. Furthermore, the burrows of small mammals can loosen the soil in forest habitats and the storage of food can support seed dispersal.

An observation about the dispersal of small mammals on forest habitats of different succession stages took place in the Wildnispark Zürich Sihlwald. Therefore a live-trap survey with Longworth-Traps was conducted on 30 different trapping sites. The trapping sites were located in two different age-classes of the forest and in three different forest communities. The duration of the live trapping was 1140 trap nights (number of traps x number of nights).

During the trapping period 13 animals were caught. The density of small mammals on the examined sites was 1.1 individual/ha. The species bank vole (*Myodes glareolus*), yellow-necked mouse (*Apodemus flaviollis*) and one individual of the genus wood mouse (*Apodemus* sp.) which could not be determined at the species level were detected. Unfortunately, the data set collected in the survey was too humble to reveal statistically significant patterns about the dispersal of the different species on the perimeter of the Sihlwald. The low density on the examined sites lead to the assumption that the observation was conducted during a low-phase of a multi annual density fluctuation. Therefore in the discussion of this paper the impact of the factors predation, inter- and intraspecific competition, climate, habitat availability and food availability, which tend to have an effect on density fluctuations of small mammals will be discussed.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsgebiet</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Beschreibung der untersuchten Arten</b>	<b>14</b>
3.1	Rötelmaus ( <i>Myodes glareolus</i> )	14
3.2	Waldmaus ( <i>Apodemus sylvaticus</i> )	17
3.3	Gelbhalsmaus ( <i>Apodemus flavicollis</i> )	20
<b>4</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>23</b>
4.1	<b>Standortauswahl</b>	<b>23</b>
4.1.1	Altersklasse	23
4.1.2	Krautschicht	23
4.1.3	Waldgesellschaft	23
4.1.4	Hierarchie der Standortauswahl	24
4.2	<b>Versuchsaufbau</b>	<b>27</b>
4.2.1	Fallenordnung	27
4.2.2	Dauer	27
4.2.3	Wetter	27
4.2.4	Fallenfang	28
4.2.5	Genetische Untersuchung	28
<b>5</b>	<b>Resultate</b>	<b>29</b>
5.1	Lebendfallenfang	29
5.2	Fanghäufigkeit	30
5.3	Dichtebestimmung	30
5.4	Altersstruktur	30
<b>6</b>	<b>Diskussion zu den Dichteschwankungen in Kleinsäugerpopulationen</b>	<b>32</b>
6.1	<b>Habitate</b>	<b>34</b>
6.1.1	Nahrungsangebot	34
6.1.2	Nutzbarkeit und räumliche Verteilung	36
6.2	<b>Klimatische Faktoren</b>	<b>37</b>
6.3	<b>Intra- und interspezifische Konkurrenz</b>	<b>37</b>
6.4	<b>Prädation</b>	<b>39</b>
6.5	<b>Fazit</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>43</b>
7.1	Bücher und Zeitschriften	43
7.2	Internet	48
7.3	Mündliche Mitteilungen	49
<b>8</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>50</b>
<b>9</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>50</b>
	<b>Anhang</b>	<b>51</b>





# 1 Einleitung

Die Verbreitung der Kleinsäuger ist im Schweizer Mittelland wenig untersucht. Im Vergleich zu jagdbaren Arten wie Fuchs, Hase, Reh oder Wildschwein stossen sie auf wenig Interesse von Seiten der Wissenschaft oder der Bevölkerung in der Schweiz.

Dies obwohl Kleinsäugetern im ökologischen Gefüge eine grosse Bedeutung zukommt. Sie sind zum Beispiel die Nahrungsgrundlage von verschiedenen karnivoren Säugetieren wie Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) oder Mauswiesel (*Mustela nivalis*) (Alibhai und Gipps 1985, Korpimäki et al. 1991, Korpimäki et al. 1996, Do Linh San 2006). Auch verschiedene Raubvögel (*Falconiformes*) und Eulen (*Strigiformes*) sind auf Kleinsäuger als Nahrung angewiesen (Jenrich et al. 2010). Das Vorkommen von Kleinsäugetern in einem Gebiet kann zudem den Prädations-Druck auf gefährdete Arten wie den Feldhasen (*Lepus europaeus*) oder den Kiebitz (*Vanellus vanellus*) verringern, da die Prädatoren bei hohen Kleinsäugeterdichten auf diese als Beute ausweichen (Hörnfeldt et al. 1986, Schröpfer und Düttmann 2010).

Kleinsäuger werden oft als Schädlinge wahrgenommen, da sie bei hohen Dichten in Obstkulturen oder Waldaufforstungen durch das Nagen an der Rinde oder Wurzeln Schäden anrichten können (Viro und Niethammer 1985, Hansson 1991, Ebner und Scherer 2001). Speziell in Waldböden können ihre Gangsysteme aber auch lockernd wirken (Gurnell 1985). Dazu kommt, dass sie mit dem Anlegen von Futterdepots zur Samenverbreitung beitragen können. Gelbhals- und Waldmäuse können, durch die Aufnahme von wirbellosen Tieren als Nahrungszusatz, einen Einfluss auf das Überleben von Insekten-Schädlingen ausüben (Gurnell 1985, Jenrich et al. 2010).

Ein sehr spannendes Merkmal von Kleinsäugetern sind die starken Schwankungen in der Populationsdichte. Dabei variiert die Anzahl Individuen die ein Gebiet besiedeln nicht nur im Jahresverlauf sondern auch über mehrere Jahre hinweg (Krebs und Myers 1974, Flowerdew 1985, Gurnell 1985, Tkadlec und Zejda 1998, Stenseth et al. 2002). Verschiedene klimatische, intra- und interspezifische Faktoren beeinflussen diese Dichteschwankungen (Krebs und Myers 1974, Boonstra 1994, Hansson 2002, Stenseth et al. 2002). Durch die Fähigkeit sich schnell zu vermehren, ihre kurze Lebensdauer und die daraus resultierenden Umwälzungen in der Populationsstruktur können Kleinsäuger als Modellorganismen für die Populationsdynamiken anderer Arten in Betracht gezogen werden. Erkenntnisse über die Verbreitung, Territorialität oder Zu- und Abwanderung in Kleinsäuger-Populationen, können somit zu einem besseren Verständnis von Ökosystem- und Landschaftsprozessen in einem grösseren Massstab herangezogen werden (Barrett und Peles 1999).

Der Begriff Kleinsäuger beschreibt keine taxonomische Gruppe. Er wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich verwendet. Delaney (1974) verwendet den Begriff für nicht flugfähige

Säugetiere bis zu einem Körpergewicht von 120 g. Stoddart (1979) und Merrit (2010) legen die Obergrenze des Gewichts für Kleinsäuger bei 5 kg fest. Dennoch wird der Begriff Kleinsäuger in der Literatur meist für Arten der Unterordnung der Mäuseverwandten (*Myomorpha*) und der Familie der Spitzmäuse (*Soricidae*) verwendet. Aufgrund dieser Tatsache ist die Definition von Delaney (1974) passender, da die meisten Arten der Mäuseverwandten und der Spitzmäuse ein Gewicht von weniger als 120g erreichen. Die Gewichtsuntergrenze von Kleinsäufern im Schweizer Mittelland wird durch die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) gegeben welche ein Lebendgewicht von 2.5-5g hat (Marchesi et al. 2008). Hier ist anzumerken, dass im Herbst 2011 die maximal 2.3g schwere Etruskerspitzmaus (*Suncus etruscus*) (Hausser 1995), im Tessin nachgewiesen werden konnte (<http://www.tagesschau.sf.tv> 2011). Das Verbreitungsgebiet dieser Art in der Schweiz bleibt aber unbekannt und Nachweise der Etruskerspitzmaus im Mittelland liegen nicht vor (Hausser 1995). In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff Kleinsäuger für Arten der Familien Spitzmäuse, Langschwanzmäuse und der Unterfamilie Wühlmäuse verwendet.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit sollte die räumliche Verteilung von Kleinsäufern auf Waldstandorten unterschiedlicher Entwicklungsstufen untersucht werden. Dafür wurde eine Lebendfang-Untersuchung im Wildnispark Zürich Sihlwald durchgeführt. Die nachgewiesene Individuen-Dichte auf den untersuchten Standorten war sehr tief und es muss angenommen werden, dass die Untersuchung zu einem Tiefpunkt eines mehrjährigen Populationszyklus durchgeführt wurde.

## 2 Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung wurde im Perimeter des Wildnisparks Zürich durchgeführt.

Der Wildnispark Zürich setzt sich aus dem Tierpark Langenberg und dem Sihlwald zusammen. Gesamthaft hat der Wildnispark Zürich eine Fläche von gut 12 km<sup>2</sup>, wobei der Sihlwald eine Fläche von knapp 11 km<sup>2</sup> umfasst (Roth und Stauffer 2010, Würsch 2011).

Der Sihlwald liegt im Kanton Zürich, ca. 15 km südlich von der Stadt Zürich entfernt. Er erstreckt sich über das Gebiet der Gemeinden Horgen, Langnau am Albis, Oberrieden, Hirzel, Thalwil und Hausen am Albis (Roth und Stauffer 2010). Im Relief verläuft der Sihlwald von der Albisseite im Osten mit mehr als 900m.ü.M., auf die Sohle des Sihltals mit 470 m.ü.M. hinauf zur Zimmerbergkette mit bis zu 700 m.ü.M. im Westen.

Der Untergrund des Sihlwaldes besteht aus Ablagerungen der oberen Süsswassermolasse. Das Klima ist im allgemeinen das der submontanen Stufe (Züst 1988). Der Sihlwald ist, mit den zusammenhängenden Waldgebieten der Zimmerberg- und der Albiskette, der grösste Buchenwald des Schweizer Mittellandes. Auf den meist tiefgründigen und nährstoffreichen Braunerden im Sihlwald (Kägi 1999) finden sich 54 der insgesamt 64 im Kanton Zürich vorkommenden Waldgesellschaften (Roth und Stauffer 2010). Die Waldgesellschaften sind in einem kleinflächigen Mosaik über die ganze Fläche des Sihlwalds verteilt.

Der Sihlwald hat eine lange Tradition als Nutzwald der Stadt Zürich. Die Waldnutzung ist bis in das Jahr 1630 zurück dokumentiert. Im Waldreservatsvertrag von 2007, welcher von der Stadt und dem Kanton Zürich unterschrieben wurde, ist jegliche Holznutzung untersagt. (Roth und Stauffer 2010). Der Sihlwald ist in verschiedene Schutzzonen eingeteilt. In der 4km<sup>2</sup> grossen Kernzone auf der Albisseite besteht ein Weggebot und das pflücken oder sammeln von Pflanzen ist verboten. Die Kernzone dient zugleich als Wildschutzzone. Um diese Kernzone herum erstreckt sich die Übergangszone in welcher gezielt das Naturerlebnis der Besucher gefördert wird. Im gesamten Sihlwald soll sich eine Walddynamik entwickeln welche sich ohne Eingriffe von Menschen entwickeln kann (Roth und Stauffer 2010).

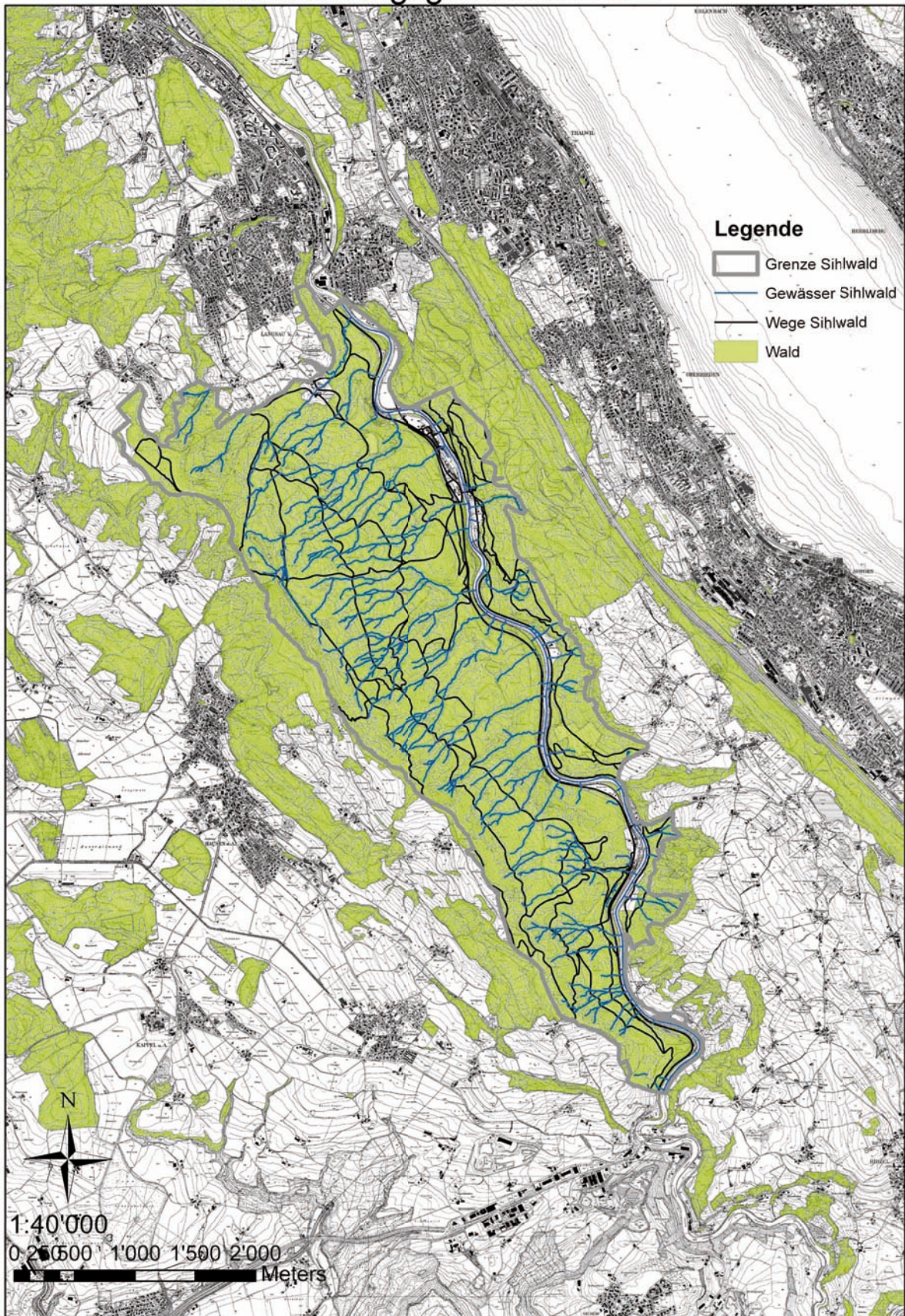
90% der Fläche des Sihlwalds ist mit Wald bedeckt und 10% mit Wiesen und Weiden. Der Wald setzt sich aus 62.5% Laub- und 37.5% Nadelholz zusammen, Die Buche (*Fagus sylvatica*) ist mit 40% des Laubholzbestandes der häufigste Baum des Sihlwalds (Roth und Stauffer 2010). Die typischen Waldhirschen- und Waldmeister-Buchenwaldgesellschaften sind im Sihlwald flächenmässig am häufigsten anzutreffen. Weitere häufig vertretene Waldgesellschaften sind Lungenkraut-, Aronstab- und Zahnwurz-Buchenwald. Die übrigen Waldgesellschaften sind kleinflächig an sehr steilen oder feuchten Standorten vertreten (Züst 1988).

Der Sihlwald steht am Anfang der Entwicklung zu einem Buchenurwald. Aufgrund der früheren Nutzung ist der Sihlwald noch zweischichtig strukturiert. In vergleichbaren

europäischen Buchenurwäldern ist die Struktur vielschichtiger. Die Menge des stehenden oder liegenden Totholzes beträgt 6% der Holzmenge des Sihlwalds. In einem wirtschaftlich genutzten Buchenwald der Schweiz liegt dieser Anteil bei etwa 1.3 % (Roth und Stauffer 2010).

Eine systematische Erhebung der Kleinsäugerfauna im Sihlwald wurde nie durchgeführt. Schielly (1996) konnte in ihrer Diplomarbeit über Totholz als bedeutendes Habitatelement für Kleinsäuger in Buchenbeständen, welche im Sihlwald durchgeführt wurde, die Arten Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), Gelbhalsmaus (*A. flavicollis*), Rötelmaus (*Myodes glareolus*) und Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) nachweisen. Güttinger (2008) erstellte eine Liste mit den potentiell vorkommenden Kleinsäugerarten im Sihlwald.

## Untersuchungsgebiet Sihlwald



Datenquelle und Bewilligung:  
Amt für Raumentwicklung Zürich, GIS Wildnispark Zürich

ZHAW Wädenswil, Bachelorarbeit  
Philip Danuser, Januar 2012

Abbildung 1: Karte des Untersuchungsgebietes Sihlwald

### 3 Beschreibung der untersuchten Arten

#### 3.1 Rötelmaus (*Myodes glareolus*)

Nach Wilson und Reeder (2005) ist der Gattungsname von *Clethrionomys* zu *Myodes* zu ändern.

##### Phänotypische Merkmale

Die Rötelmaus ist am Rücken und an den Flanken rot-braun und auf der Bauchseite grau. Die Färbung ist erst bei adulten Tieren klar ausgeprägt, Jungtiere wirken gräulich (Grimmberger und Rudolff 2009). Im Profil ragen die Ohren nur knapp über den Kopf hinaus und der Schwanz misst etwa die Hälfte der Körperlänge (Marchesi et al 2008). Letzterer ist zweifarbig, mit einer deutlich dunkleren Ober- als Unterseite und mässig behaart (Jenrich et al. 2010). Die Grösse, das Gewicht, die Färbung und das Verhältnis von Schwanz- zu Körperlänge variiert nach geographischer Lage und Höhenstufe (Viro und Niethammer 1990, Mitchell-Jones 1999, Jenrich et al. 2010).

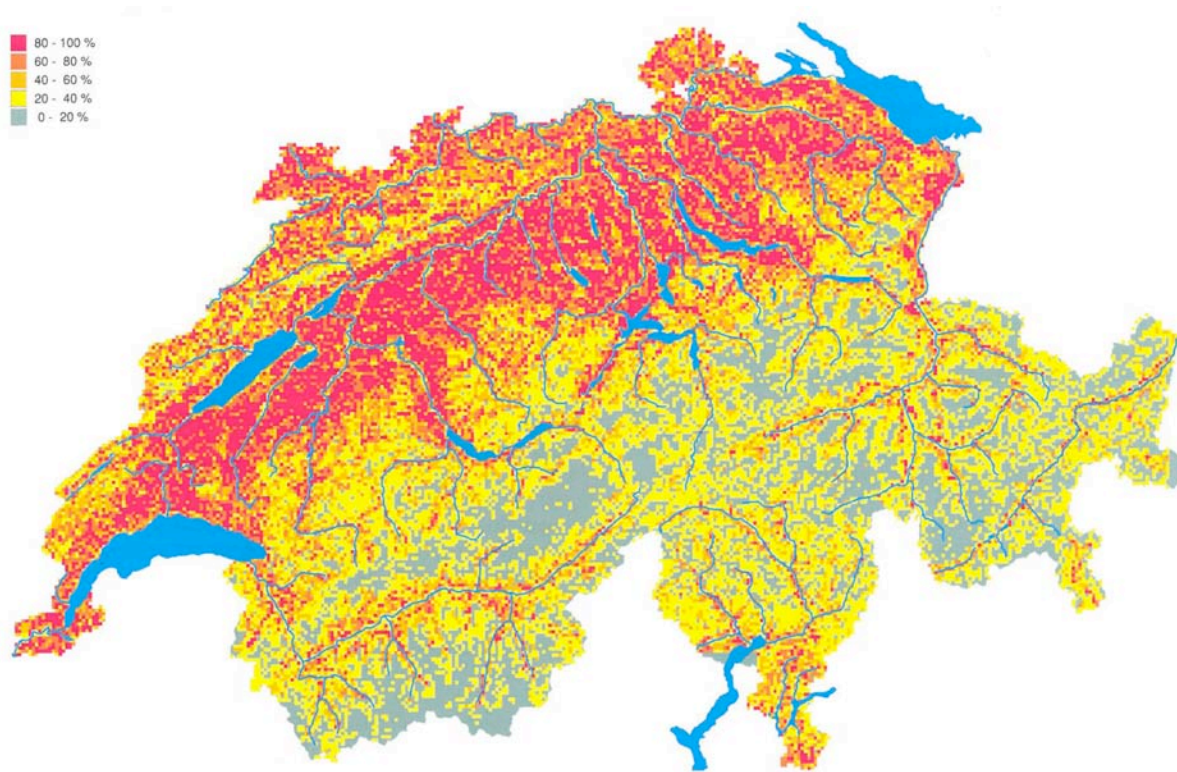
Tabelle 1: Körpermasse von adulten *M. glareolus*

<i>Autor</i>	<i>Körperlänge (mm)</i>	<i>Schwanzlänge (mm)</i>	<i>Hinterfusslänge (mm)</i>	<i>Gewicht (g)</i>
Marchesi et al. (2008)	85-110	50-70	15-20	18-35
Jenrich et al (2010)	70-130	35-70	16-20	15-49

##### Verbreitung und Lebensraum

In Europa kommt die Rötelmaus von Süditalien bis an den Polarkreis vor. In geeigneten Habitaten ist sie häufig anzutreffen (Mitchell-Jones et al. 1999, Jenrich et al. 2010). In der Schweiz hat die Art keinen Schutzstatus (BAFU 1994). Ist genügend Deckung durch Sträucher und Steine gegeben kommt sie bis in Höhen von 2000-2400 m.ü.M. vor (Hausser 1995, Marchesi et al. 2008, Jenrich et al. 2010). Die potentiellen Lebensräume der Rötelmaus in der Schweiz sind auf Abb. 2 zu sehen.

Die Rötelmaus zeigt eine hohe Toleranz bezüglich der Habitatwahl (Gurnell 1985, Hausser 1995). Als Habitat nutzt sie Laub- und Misch-Wald in allen Sukzessionsstadien welche eine gute Deckung durch die Krautschicht haben (Gurnell 1985, Hausser 1995, Jenrich et al. 2010). Die räumliche Verteilung dieser Art ist stark beeinflusst von der Dichte der Population und der interspezifischen Konkurrenz mit der Gelbhals- und Waldmaus (Gurnell 1985, Hausser 1995, Jenrich et al. 2010). Bei hohen Dichten weicht sie auf Ersatzlebensräume wie Hecken, Waldränder, extensiv bewirtschaftete Wiesen oder dicht bewachsene Gewässerränder aus, wobei aber immer eine gute Deckung durch die Krautschicht gegeben sein muss. Auf offenen Wiesen kommt sie nicht vor. (Hausser 1995, Jenrich et al. 2010).



**Abbildung 2: Potentielles Verbreitungsgebiet der Rötelmaus in der Schweiz (Quelle: Hausser 1995)**

### **Nahrung**

Die Nahrung der Rötelmaus besteht hauptsächlich aus (Baum-)Samen und grünen Pflanzenteilen. Je nach jahreszeitlicher Verfügbarkeit der Nahrung, werden auch Beeren, Pilze, Flechten, Rinde und wirbellose Tiere gefressen (Viro und Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Wirbellose Tiere sind für die Jungenaufzucht wichtig (Jenrich et al. 2010). Bei hohen Populationsdichten und/oder fehlender anderer Nahrung sind durch das abfressen der Rinde Schäden an Forstkulturen möglich (Viro und Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Zur Nahrungsversorgung im Winter legt die Rötelmaus Vorräte an (Jenrich et al. 2010). Werden diese Vorräte nicht ganz aufgebraucht, trägt die Rötelmaus damit zur Samenverbreitung bei (Gurnell 1985).

### **Fortpflanzung**

Die Fortpflanzung ist stark vom Nahrungsangebot abhängig (Jensen 1982, Alibhai und Gipps 1985, Flowerdew 1985, Jenrich et al. 2010, Kühn et al. 2011). Darum ist die Fortpflanzungsperiode regional unterschiedlich und nicht in jedem Jahr gleich. Grundsätzlich ist die Fortpflanzung auf das Sommerhalbjahr beschränkt und dauert zwischen 3 und 7 Monaten (Viro und Niethammer 1990). Bei guter Nahrungsversorgung z. B. nach einem Herbst mit Baumast, kann die Fortpflanzungsperiode über den Winter bis in den nächsten Frühling dauern (Jensen 1982, Kühn et al. 2011).

Die Tragzeit bei Weibchen dauert nach Jenrich et al. (2010) 18-21 Tage. Bei säugenden Tieren dauert die Tragzeit länger (Viro und Niethammer 1990). Nach zwei bis vier Monaten sind die Jungtiere geschlechtsreif und pflanzen sich fort. In Deutschland wirft ein Weibchen

zwei- bis dreimal pro Fortpflanzungsperiode, wobei pro Wurf durchschnittlich vier Tiere ausgetragen werden (Viro und Niethammer 1990). In durchschnittlichen Jahren wird etwa 7% der Population älter als 12 Monate (Niethammer 1990). Die Populationsdichten schwanken zwischen 6-12 Individuen/ha in durchschnittlichen Jahren und 50-100 Individuen/ha in Gradationsjahren (Mitchell-Jones 1999).

### **Verhalten**

Die Rötelmaus ist tag- und nachtaktiv. Durch die Tagaktivität öffnet sich die Rötelmaus eine Zeit-Nische, wodurch sie sich einen Vorteil in der Nahrungssuche gegenüber den nachtaktiven Gelbhals- und Waldmäusen schafft (Gurnell 1985, Viro und Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010).

Rötelmausweibchen sind territorial (Alibhai und Gipps 1985, Gurnell 1985) und haben einen Aktionsradius von ca. 0.05ha. Männchen bewegen sich in einem bis zu viermal grösseren Aktionsradius und sind nicht territorial (Stenseth 1985, Viro und Niethammer 1990). Die Grösse der Aktionsradien ist bei hohen Individuendichten und während der Fortpflanzungsperiode kleiner (Viro und Niethammer 1990).

Jungtiere werden in Nestern aufgezogen welche meist unter Steinen, Wurzeln, Holz oder ähnlichem versteckt sind. Durch ihre ausgezeichneten Kletterfähigkeiten sucht sie auch gerne Vogelnistkästen auf, in denen sie nach Nahrung sucht oder Nahrungsdepots anlegt (Viro und Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010).



**Abbildung 3: Rötelmaus, gefangen am 08.09.2011, 18:15 Uhr (Foto: Philip Danuser)**



### 3.2 Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*)

Die Wald- und Gelbhalsmaus sind aufgrund des ähnlichen Phänotyps optisch nur schwer auseinanderzuhalten. Als Unterscheidungsmerkmale können die Grösse, das Gewicht und die Ausbildung des Kehlbandes in Betracht gezogen werden (vgl. Tabelle 2 und 3) (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Aufgrund dieser äusseren Merkmale ist eine klare Bestimmung jedoch nicht möglich und es muss eine genetische Artbestimmung vorgenommen werden (Müller et al. 2010).

#### Phänotypische Merkmale

Das Fell der Waldmaus ist am Rücken braun gefärbt und hat einen gelb-roten Schimmer. Der Übergang zur grau-weissen Bauchseite ist an der Flanke relativ klar zu erkennen (Aulagnier et al. 2008). Oft ist an der Kehle ein gelb-brauner Fleck ausgebildet, dessen Grösse und Form sehr variabel ist (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Die Waldmaus hat grosse schwarze Augen und die grossen Ohren ragen klar über das Kopfprofil heraus (Marchesi et al. 2008, Jenrich et al. 2010). Der Schwanz ist nackt oder sehr spärlich behaart und ist meist so lang wie der Körper (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Die kräftigen Hinterbeine befähigen die Tiere schnell zu laufen und weite Sprünge zu machen (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010).

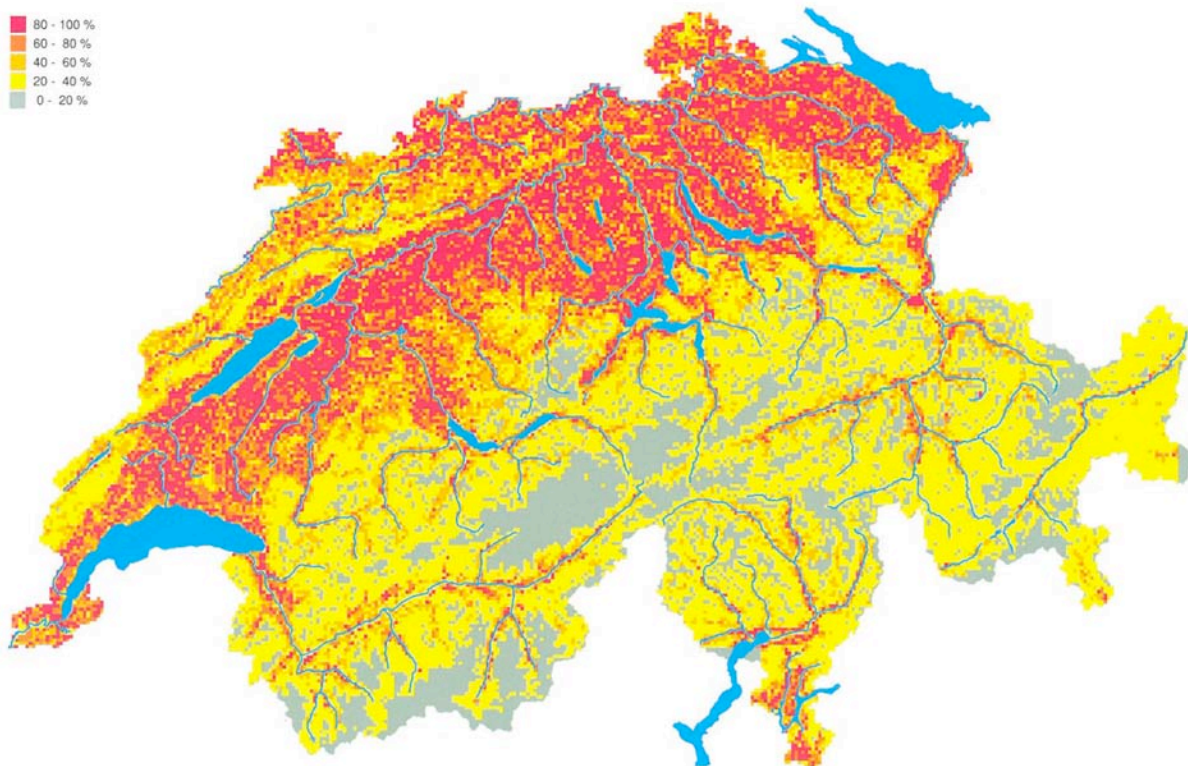
Tabelle 2: Körpermasse von adulten Waldmäusen

<b>Autor</b>	<b>Körperlänge (mm)</b>	<b>Schwanzlänge (mm)</b>	<b>Hinterfusslänge (mm)</b>	<b>Gewicht (g)</b>
Marchesi et al. (2008)	77-110	69-115	20-25	15-35
Jenrich et al (2010)	62-110	53-110	19-24	13-44

#### Verbreitung und Lebensraum

Die Ausbreitung der Waldmaus in Europa reicht von Südskandinavien bis nach Griechenland und von Westspanien bis nach Westrussland (Mitchell-Jones et al. 1999). Die Art hat in der Schweiz keinen Schutzstatus (BAFU 1994). Sie kommt, wenn auch selten, bis in Höhen von 1900 m.ü.M. vor (Jenrich et al. 2010). Die Datengrundlage zur Höhenverbreitung in der Schweiz ist nicht umfassend und die Ähnlichkeit zur Alpenwaldmaus (*A. alpicola*) ist sehr hoch weshalb Verwechslungen der beiden Arten in Untersuchungen zur Höhenverbreitung nicht ausgeschlossen werden können (Hausser 1995).

Die Waldmaus ist wie die Rötelmaus ein Habitat-Generalist und kommt in allen Sukzessionsstadien des Waldes vor (Gurnell 1985). Zudem kann sie in Städten, Parks und Landwirtschafts-Flächen gefunden werden (Hausser 1995, Mitchell-Jones et al. 1999, Jenrich et al. 2010). Geschlossene alte Wälder werden nur besiedelt wenn die Gelbhalsmaus nicht, oder nur in geringen Dichten vorkommt (Gurnell 1985, Niethammer 1990). Die potentiellen Lebensräume der Waldmaus in der Schweiz sind auf Abb. 4 zu sehen.



**Abbildung 4: Potentielles Verbreitungsgebiet der Waldmaus in der Schweiz (Quelle: Hausser 1995)**

### **Nahrung**

Die Nahrung der Waldmaus besteht hauptsächlich aus Samen (Niethammer 1990). Wobei Samen von Gräsern und Kräutern eher bevorzugt werden als solche von Bäumen. Sie legt wie die Rötel- und Gelbhalsmaus Vorräte an, womit sie ebenfalls zur Samenverbreitung beiträgt. Zudem bleiben die Samen einiger Arten nach der Darmpassage keimfähig (Jenrich et al. 2010). Junge Pflanzenteile, markhaltige Stängel sowie Beeren, Früchte, Insekten, Schnecken und Würmer werden je nach jahreszeitlicher Verfügung ebenfalls genutzt (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010).

### **Fortpflanzung**

Die Fortpflanzung beschränkt sich in Mitteleuropa auf das Sommerhalbjahr (Niethammer 1990). Sie ist unter anderem abhängig von der Populationsdichte und Nahrungsversorgung (Flowerdew 1985, Niethammer 1990). Bei hohen Populationsdichten wird die sexuelle Reifung von Jungtieren gehemmt, da diese Tiere kein geeignetes Habitat finden um sich fortzupflanzen (Flowerdew 1985). Waldmäuse reagieren auf eine gute Nahrungsversorgung im Herbst auch mit Reproduktion im Winter was zu einer Zunahme der Population führt (Jensen 1982, Stenseth et al. 2002).

Die Tragzeit eines Waldmausweibchens beträgt in der Regel 23-26 Tage (Jenrich et al. 2010). Pro Wurf werden vier bis fünf Junge geboren und pro Fortpflanzungsperiode kann ein Waldmausweibchen bis zu dreimal werfen (Jenrich et al. 2010). Im Freiland wird eine Waldmaus höchstens 12 Monate alt (Niethammer 1990). Die Populationsdichte kann in

Gradationsjahren 50 Individuen/ha erreichen. Bei einem Populations-Zusammenbruch jedoch kann die Dichte auch unter ein Individuum/ha fallen (Mitchell-Jones et al. 1999)

Die Waldmaus und die Gelbhalsmaus können sich untereinander nicht fortpflanzen (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010)

### **Verhalten**

Waldmäuse sind streng nachtaktiv und haben zwei Aktivitätsschübe jeweils vor Beginn des Tages und nach Einbruch der Nacht. Regen und tiefe Temperaturen führen zu einer verminderten Aktivität (Montgomery und Gurnell 1985, Niethammer 1990).

Waldmäuse leben in Grossfamilien, welche von einem Männchen dominiert werden (Jenrich et al. 2010). Solch dominante Männchen können bis zu 2.5ha grosse Aktionsräume haben. Durchschnittlich sind die Aktionsräume jedoch 0.12ha gross. Die Aktionsräume der Weibchen betragen zwischen 0.08 und 0.1ha. Weibliche Waldmäuse sind bei niedrigen Dichten territorial, bei hohen Dichten können sich die Territorien der einzelnen Weibchen auch überlagern (Niethammer 1990).

Die Nester werden bis zu 50 cm tief unter dem Boden in selbstgegrabenen Gangsystemen angelegt (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Die Waldmaus kann gut klettern, macht dies aber weniger als die Rötel- und Gelbhalsmaus (Jenrich et al. 2010).



**Abbildung 5: Unbestimmte Wald- oder Gelbhalsmaus, gefangen am 15.09.2011, 7:20 Uhr (Foto: Philip Danuser)**

### 3.3 Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*)

#### Phänotypische Merkmale

Die Fellfärbung von Gelbhalsmäusen ist sehr ähnlich wie die von Waldmäusen. Dabei ist der Rücken dunkler, der Bauch weisser und der Übergang an der Flanke klarer (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Die Gelbhalsmaus kommt zu ihrem Namen, weil sie einen braun-gelben Fleck an der Kehle hat. Dieser Fleck ist bei 70 % der Tiere als durchgehendes Kehlblendband ausgebildet (Marchesi et al. 2008). Der Körperbau ist vergleichbar mit dem der Waldmaus. Die Gelbhalsmaus ist die etwas grössere und schwerere Maus wie aus den Tabellen 2 und 3 erkennbar wird. Der Schwanz von Gelbhalsmäusen ist meistens länger als die Körperlänge (Marchesi et al. 2008, Jenrich et al. 2010).

**Tabelle 3: Körpermasse von adulten Gelbhalsmäusen**

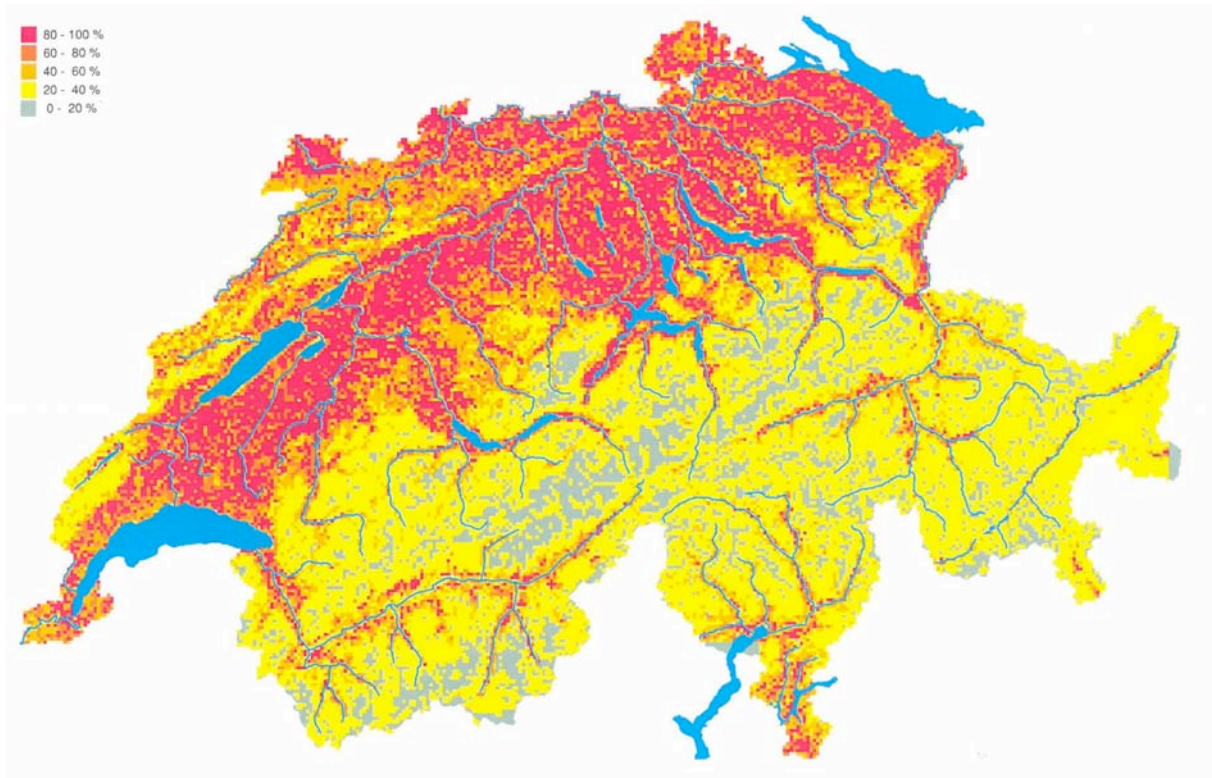
<b>Autor</b>	<b>Körperlänge (mm)</b>	<b>Schwanzlänge (mm)</b>	<b>Hinterfusslänge (mm)</b>	<b>Gewicht (g)</b>
Marchesi et al. (2008)	88-130	92-134	23-27	30-50
Jenrich et al (2010)	65-120	65-130	21-26	16-50

#### Verbreitung und Lebensraum

Das Verbreitungsgebiet der Gelbhalsmaus in Europa ist etwas kleiner als das der Waldmaus (Jenrich et al. 2010). Die Verbreitung der Gelbhals- und der Waldmaus ist lokal sehr unterschiedlich und wird durch die interspezifische Konkurrenz dieser beiden Arten beeinflusst (Hausser 1995). In der Schweiz hat die Art keinen Schutzstatus (BAFU 1994).

Die Gelbhalsmaus ist ein Habitat-Spezialist (Gurnell 1985). Sie bevorzugt Altstadien des Waldes mit einem guten Kronenschluss, wenig Krautschicht aber guter Deckung durch die Strauchschicht (Gurnell 1985). Bei hohen Populations-Dichten können Gebüsche und Waldränder von der Gelbhals- und der Waldmaus gleichzeitig besiedelt werden (Mitchell-Jones et al. 1999).

Gibt es in einem Gebiet hohe Dichten von Wald- und Gelbhalsmäusen können vor allem männliche Gelbhalsmäuse weite Wanderungen zurücklegen und in untypischen Habitaten gefunden werden (Jenrich et al. 2010). Die potentiellen Lebensräume der Gelbhalsmaus in der Schweiz sind auf Abbildung 6 zu sehen.



**Abbildung 6: Potentielles Verbreitungsgebiet der Gelbhalsmaus in der Schweiz (Quelle: Hausser 1995)**

### **Nahrung**

Grundsätzlich ernährt sich die Gelbhalsmaus von Samen aller Art (Hansson 1985, Jenrich et al. 2010). Im Unterschied zu der Waldmaus werden Baumsamen den Grassamen vorgezogen (Niethammer 1990). Ihre Nahrung ergänzt sie zusätzlich mit wirbellosen Tieren, grünen Pflanzenteilen, Beeren und Pilzen (Hansson 1985, Niethammer 1990). Nach Gurnell (1985) überlagert sich die Nahrungszusammensetzung der Gelbhals- und der Waldmaus zwischen 60 und 80%.

### **Fortpflanzung**

Die Fortpflanzungsperiode dauert zwei bis drei Monate und beschränkt sich auf das Sommerhalbjahr (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Während der Fortpflanzungsperiode können die Weibchen bis zu dreimal werfen und haben eine Trächtigkeitsdauer von ca. 30 Tagen (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Eine Baum-Mast gefolgt von milden Winter-Temperaturen kann eine Fortpflanzung im Winter auslösen (Jenrich et al. 2010).

Die mittleren Populationsdichten liegen bei 0,9-14,3 Individuen/ha und die durchschnittliche Lebensdauer von Gelbhalsmäusen beträgt 4 Monate (Niethammer 1990).

### **Verhalten**

Sexuell aktive Weibchen sind territorial (Jenrich et al. 2010). Während der Fortpflanzungszeit besetzen sie ein Territorium von ca. 0,3-0,4ha. Ausserhalb der Fortpflanzungszeit ist der Aktionsraum der Weibchen im Schnitt 0,74 ha und der der Männchen 1,55 ha (Jenrich et al. 2010). Die Populationsdichte beeinflusst die räumliche Verteilung in einem Gebiet stark. Im Herbst, wenn die Dichten am höchsten sind, suchen die Tiere nach neuen Lebensräumen

mit besserer Futtermittellversorgung und wandern in andere Gebiete ab (Jenrich et al. 2010). Die Aktivität beschränkt sich wie bei Waldmäusen auf die frühen Morgen- und späten Abendstunden (Montgomery und Gurnell 1985, Niethammer 1990). Ihre Nester bauen sie gerne schon in vorgefertigte Höhlen oder unter Wurzeln und Steine (Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Gelbhalsmäuse legen Futterdepots mit Nüssen an, von welchen sie bis in den Spätsommer des folgenden Jahres fressen (Jenrich et al. 2010). Sie nutzen ihre Kletterfähigkeiten zur Nahrungssuche und können deshalb auch in Baumkronen gefunden werden (Jenrich et al. 2010). Gegenüber Waldmäusen zeigen adulte Gelbhalsmäuse ein sehr aggressives Verhalten (Montgomery und Gurnell 1985, Jenrich et al. 2010).



**Abbildung 7: Gelbhalsmaus, gefangen am 21.09.2011, 08:10 Uhr (Foto: Philip Danuser)**

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Standortauswahl

Die Standortauswahl erfolgte mit Hilfe der GIS-Daten des Wildnispark Zürich. Bei der GIS-Analyse wurden anhand der nachfolgend beschriebenen Parameter die Fallenstandorte ermittelt.

#### 4.1.1 Altersklasse

Aufgrund der vorhandenen GIS-Daten und einer Begehung des Untersuchungsgebietes wurde ersichtlich, dass die Altersstruktur des Sihlwalds sehr homogen ist. Daher war nur eine Einteilung in die zwei Altersklassen Stangenholz (Brusthöhendurchmesser (BHD) 7-20cm) und Baumholz (BHD > 20cm) möglich. Die Altersklasse Dickung (BHD < 7cm) war flächenmässig zu wenig ausgebreitet und kam meistens in Randregionen des Sihlwalds vor. Diese Altersklasse war daher ungeeignet für den Fallenfang.

#### 4.1.2 Krautschicht

Die Kleinsäugerarten-Zusammensetzung und die Anzahl der -arten in einem Gebiet wird von der Bodenvegetation bestimmt (Gurnell 1985). So ist die Rötelmaus eher auf Standorten mit einer ausgeprägten Krautschicht anzutreffen, wohingegen die Wald- und Gelbhalsmaus offenere Standorte mit weniger Krautschicht bevorzugt (Gurnell 1985, Niethammer 1990, Hausser 1995, Jenrich et al. 2010). Daher wurde bei der Standortauswahl darauf geachtet, dass Standorte mit und ohne Krautschicht untersucht wurden. Die Ausprägung der Krautschicht wird von der Waldgesellschaft bestimmt (Schmider et al. 1993).

#### 4.1.3 Waldgesellschaft

Der Sihlwald besteht aus einem kleinräumigen Mosaik von verschiedenen Waldgesellschaften. Damit eine Untersuchung mit Lebendfallen durchgeführt werden konnte musste die Fläche eines Standortes mindestens 0.4 ha gross sein. Für Angaben zur Fallenanordnung sei hier auf das Kapitel 4.2.1 verwiesen. Nur drei der fünf häufigsten Waldgesellschaften des Sihlwalds (Züst 1988) hatten eine ausreichende Anzahl an 0.4 ha grossen Teilflächen in beiden Altersklassen welche über das ganze Untersuchungsgebiet verteilt waren. Folgend sind die untersuchten Waldgesellschaften aufgeführt.

- **Typischer Waldmeister-Buchenwald (*Galio odorati-Fagetum typicum*) / 7a**

Diese Waldgesellschaft ist in der Schweiz sehr häufig, im Kanton Zürich sogar die häufigste. Sie kommt auf kollinen und submontanen Standorten vor und hat eine gut ausgebildete und artenreiche Krautschicht (Schmider et al. 1993).

- **Typischer Waldhirschen-Buchenwald (*Milio-Fagetum typicum*) / 8g**

Die Waldgesellschaft ist in der Schweiz sowie im Kanton Zürich sehr häufig. Sie kommt auf Standorten der unteren Montanstufe vor und hat eine üppige Krautschicht mit vielen Farnen (Schmider et al. 1993).

- **Zahnwurz-Buchenwald mit Bärlauch (*Cardamino-Fagetum allietosum*) / 12g**

Die Waldgesellschaft ist in der Schweiz regional relativ häufig und im Kanton Zürich verbreitet. Sie kommt auf Standorten der unteren Montanstufe vor und hat eine wenig entwickelte Strauchschicht. Im Frühling ist Bärlauch die vorherrschende Art in der Krautschicht. Nach dem vergilben des Bärlauchs ist keine Krautschicht mehr vorhanden (Schmider et al. 1993).

#### **4.1.4 Hierarchie der Standortauswahl**

Pro Altersklasse wurden zwölf Untersuchungsflächen ausgewählt. Von den 12 Untersuchungsflächen wurden jeweils vier Flächen auf die drei verschiedenen Waldgesellschaften (Waldmeister-Buchenwald, Waldhirschen-Buchenwald, Zahnwurz-Buchenwald) pro Altersklasse gelegt.

Zusätzlich zu den 24 Untersuchungsflächen wurden noch drei Spezialflächen definiert.

Spezialfläche 1: Fichten dominierter Lebensraum

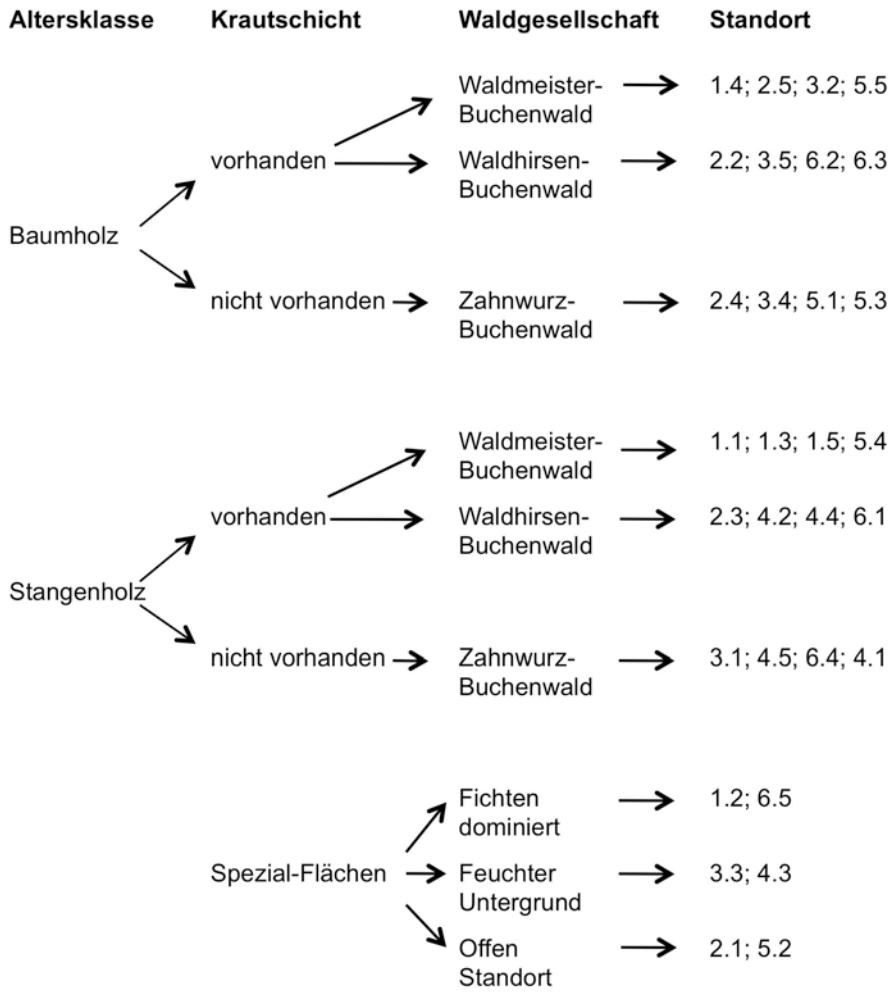
Spezialfläche 2: Sehr feuchter Untergrund in der Nähe eines Bachlaufes

Spezialfläche 3: Offenstandort (kein Kronenschluss) mit üppiger Vegetation und viel liegendem Totholz

Jede Spezialfläche wurde auf zwei verschiedenen Standorten untersucht.

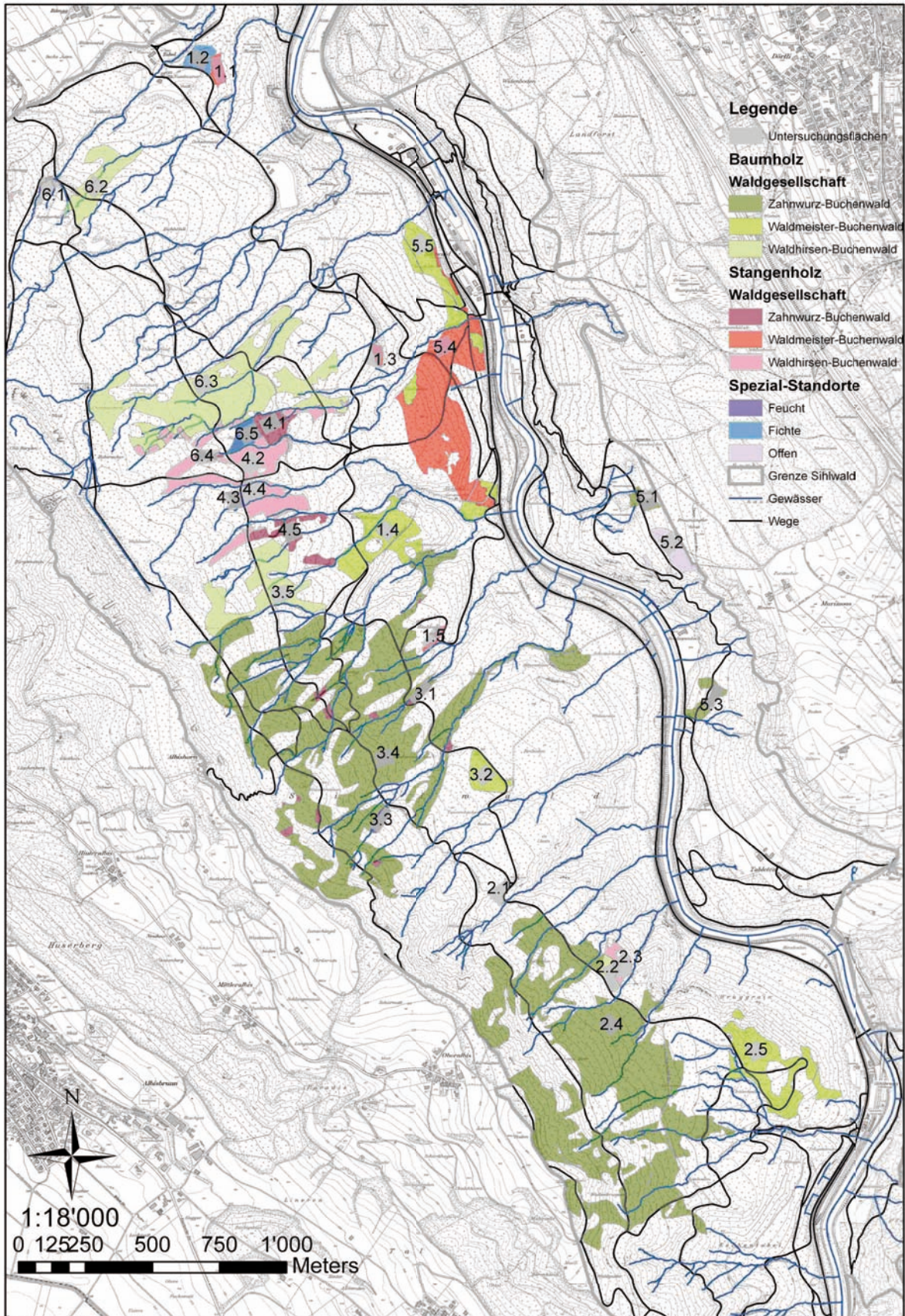
Insgesamt wurden 30 Standorte untersucht.





**Abbildung 8:** Hierarchie der Fallenstandorte-Auswahl

## Fallenstandorte Sihlwald



Datenquelle und Bewilligung:  
Amt für Raumentwicklung Zürich, GIS Wildnispark Zürich

ZHAW Wädenswil, Bachelorarbeit  
Philip Danuser, Januar 2012

Abbildung 9: Die Fallenstandorte auf dem Untersuchungsgebiet

## **4.2 Versuchsaufbau**

### **4.2.1 Fallenanordnung**

Auf den ausgewählten Standorten wurden jeweils 20 Lebendfallen in einem rechtwinkligen Raster (Grid) angeordnet. Der Abstand zwischen den Fallen betrug 10-15m, wobei jeweils 5 Fallen eine Linie bildeten und vier Linien parallel verliefen. Somit wurde auf einer Fläche von mindestens 0.2ha (40x50m) Fallen aufgestellt. Auf jeder Seite der jeweils untersuchten Fläche wurden zusätzlich 20m Abstand von einer Strasse, dem Waldrand, einer anderen Altersklasse oder einer anderen Waldgesellschaft eingehalten. Dadurch sollten Einflüsse von angrenzenden Strukturen ausgeschlossen werden.

Die Fläche auf der die Fallen aufgestellt wurden und der Rand von 20m auf jeder Seite wurden als Untersuchungs-Fläche definiert. Eine Untersuchungs-Fläche hatte also eine Grösse von 0.4ha (60x70m).

Einige Flächen waren nicht breit genug um die Fallen im angegebenen Muster aufzustellen. Auf diesen Flächen wurde die Fallenanordnung an die Fläche angepasst indem die Linien eines Gitters mit Fallen ergänzt wurden. Die Anzahl Fallen auf einem Standort änderte sich dadurch nicht.

Jeweils 2 m um einen Rasterpunkt wurden Kleinstrukturen wie liegendes Totholz, Bäume, grosse Steine und Bodenvegetation berücksichtigt, und die Fallen nahe an diese Strukturelemente verschoben.

An den Spezialstandorten kamen nur 15 Fallen zum Einsatz, da nicht mehr Fallen zur Verfügung standen.

### **4.2.2 Dauer**

Diese gesamte Untersuchung dauerte vom 5.9.-23.9.2011. Der Fallenfang wurde in sechs Untersuchungsperioden aufgeteilt. Pro Untersuchungsperiode wurden fünf Standorte beprobt. Die Untersuchungsdauer auf einem Standort dauerte jeweils drei Halbtage respektive zwei Nächte. Die Fallen wurden am Abend ausgebracht und fängig gestellt. Die Kontrollen erfolgten alle 6 Stunden. Danach wurden die Fallen wieder eingesammelt und an fünf neuen Standorten aufgestellt. Die Untersuchung umfasste 1140 Fallennächte (Anzahl Fallen x Anzahl Nächte).

### **4.2.3 Wetter**

Das Wetter war während der gesamten Untersuchungsperiode trocken. Einzig an zwei Tagen (15. und 19.9.) gab es Niederschlag. Die durchschnittliche Monatstemperatur lag bei 16,4°C. Damit war der September 2,6°C wärmer als das langjährige Mittel. Auch die Niederschläge lagen unter dem Durchschnitt (<http://www.meteoschweiz.ch>, 2011).

#### 4.2.4 Fallenfang

Zum Einsatz kamen Lebendfallen der Marke Longworth. Die Falle besteht aus einem Eingangstunnel und einer Nestbox. Die Nestbox bleibt auch bei starkem Regen trocken und schützt so die Tiere vor Nässe und Unterkühlung.

Die Lebendfallen wurden mit Erdnussbutter, Mettwurst, Nagerfutter, Apfelstück und etwas Heu als Nistmaterial bestückt. Die Art-, Alters-, und Geschlechts-Bestimmung erfolgte anhand von äusseren Merkmalen. Das Gewicht wurde mit einer Federwaage (Genauigkeit 1 g) gemessen.

Das Alter der Mäuse wurde in die zwei Kategorien, juvenil und adult eingeteilt. Als juvenil galt eine Maus, welche keine sichtbaren Milchdrüsen oder Hoden hatte und somit noch nicht sexuell aktiv war. Jede gefangene Maus wurde fotografiert. Um Wiederfänge zu erkennen wurden Rötelmäuse mit einem wasserfesten Stift auf der Bauchseite markiert. Diese Markierungsmethode eignete sich, da die Untersuchung pro Standort nur zwei Nächte dauerte. Bei Mäusen der Gattung Waldmaus (*Apodemus sp.*) wurde eine Gewebeprobe am Ohr entnommen um die Art genetisch zu bestimmen. Waldmäuse konnten aufgrund dieser Gewebeprobe am Ohr als Wiederfang erkannt werden.



Abbildung 10: Longworth-Lebendfalle an einer Kleinstruktur

#### 4.2.5 Genetische Untersuchung

Die genetische Untersuchung wurde vom Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR der ZHAW Wädenswil durchgeführt. Die Untersuchung wurde ausgeführt von Marilena Palmisano am Zentrum Hortikultur.

## 5 Resultate

### 5.1 Lebendfallenfang

Insgesamt konnten 13 Tiere gefangen werden. Ein Wiederfang gelang einmal bei einem Rötelmausweibchen auf Standort 6.1 (vgl Tab. 4). Von den 12 gefangenen Individuen waren 10 Rötelmäuse, eine Gelbhalsmaus und eine unbestimmte Wald- oder Gelbhalsmaus. Die Gelbhalsmaus wurde genetisch bestimmt (vgl Kap. 4.2.5). Bei der unbestimmten Gelb- oder Waldmaus konnte keine Gewebeprobe genommen werden.

Die Datenmenge war zu klein um statistische Auswertungen über die räumliche Verteilung der Kleinsäuger auf den verschiedenen Waldstandorten zu machen. Mit den vorhandenen Daten konnten nur Aussagen zu der Fanghäufigkeit und der Dichte gemacht werden.

**Tabelle 4: Gesamtliste der Fänge während der Untersuchungsperiode**

Datum	Zeit	Standort	Fallen-nr.	Art	Gewicht (g)	Alter	Geschlecht	Wiederfang
08.09.2011	7:25 h	2.1	3	Myodes glareolus	38	adult	Männlich	-
08.09.2011	18:15 h	2.1	2	Myodes glareolus	29	adult	Weiblich	-
09.09.2011	7:22 h	2.1	3	Myodes glareolus	18	juvenil	Männlich	-
15.09.2011	7:20 h	5.1	19	Apodemus sp.	30	adult	Männlich	-
15.09.2011	8:05 h	5.3	4	Myodes glareolus	28	adult	Weiblich	-
16.09.2011	8:48 h	5.5	20	Myodes glareolus	29	adult	Weiblich	-
16.09.2011	9:11 h	5.4	11	Myodes glareolus	27	adult	Weiblich	-
20.09.2011	8:05 h	3.5	2	Myodes glareolus	19	juvenil	Männlich	-
21.09.2011	8:10 h	3.2	5	Apodemus flavicollis	36	adult	Männlich	-
22.09.2011	7:58 h	6.2	17	Myodes glareolus	24	adult	Weiblich	-
22.09.2011	8:15 h	6.1	5	Myodes glareolus	34	adult	Weiblich	-
23.09.2011	8:29 h	6.1	2	Myodes glareolus	35	adult	Weiblich	ja
23.09.2011	8:41 h	6.1	5	Myodes glareolus	22	adult	Weiblich	-

## 5.2 Fanghäufigkeit

Die absolute Fanghäufigkeit der Untersuchung betrug 12 Tiere/1140 Fallennächten (FN). Dies ergibt eine relative Fanghäufigkeit von 1.1 Tiere/100 FN. Für die Rötelmaus konnte eine relative Fanghäufigkeit von 0.96 Tiere/100 FN und für die zwei Individuen der Gattung Waldmaus (*Apodemus sp.*) eine relative Fanghäufigkeit von 0.16 Tiere/100 FN nachgewiesen werden.

Von den total 570 gestellten Fallen waren 13 belegt, was einer Fallenbelegung von 2.3% entsprach.

## 5.3 Dichtebestimmung

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden 30 Standorte von jeweils 0.4ha Fläche untersucht. Gesamthaft wurde also eine Fläche von 12ha untersucht. In der vorliegenden Arbeit wurden 12 Individuen nachgewiesen. Die erhobene Dichte der Individuen aller Arten betrug somit zum Untersuchungszeitpunkt 1 Individuum/ha. Die für die Rötelmaus erhobene Dichte entsprach 0.8 Individuen/ha und für die zwei Tiere der Gattung Waldmaus 0.2 Individuen/ha.

Die Fänge gelangen auf 9 von 30 untersuchten Standorten. Auf den Standorten 3.2, 3.5, 5.1, 5.3, 5.4, 5.5 und 6.2 wurde nur ein Individuum nachgewiesen. Auf dem Standort 6.1 konnten zwei Individuen und auf dem Standort 2.1 konnten drei Individuen nachgewiesen werden.

Sechs Standorte (3.2, 3.5, 5.1, 5.3, 5.5, 6.2) auf denen Fänge gelangen, befanden sich auf der Altersklasse Baumholz. Die Fänge waren regelmässig auf die drei Waldgesellschaften verteilt. Die zwei Flächen auf der Altersklasse Stangenholz auf denen Fänge gelangen (5.4, 6.1) befanden sich auf den auf den zwei Waldgesellschaften mit Krautschicht. Am meisten Fänge (drei) gelangen auf der Spezialfläche Offen (2.1).

Alle Tiere wurden nur in Fallen gefangen welche am Rand des Fallengitters standen.

## 5.4 Altersstruktur

Die Datenmenge der vorliegenden Untersuchung ist zu klein um signifikante Aussagen zu treffen. Dennoch ist es bemerkenswert, dass alle erfassten Weibchen adult waren und zwei von drei nachgewiesenen Männchen juvenil.

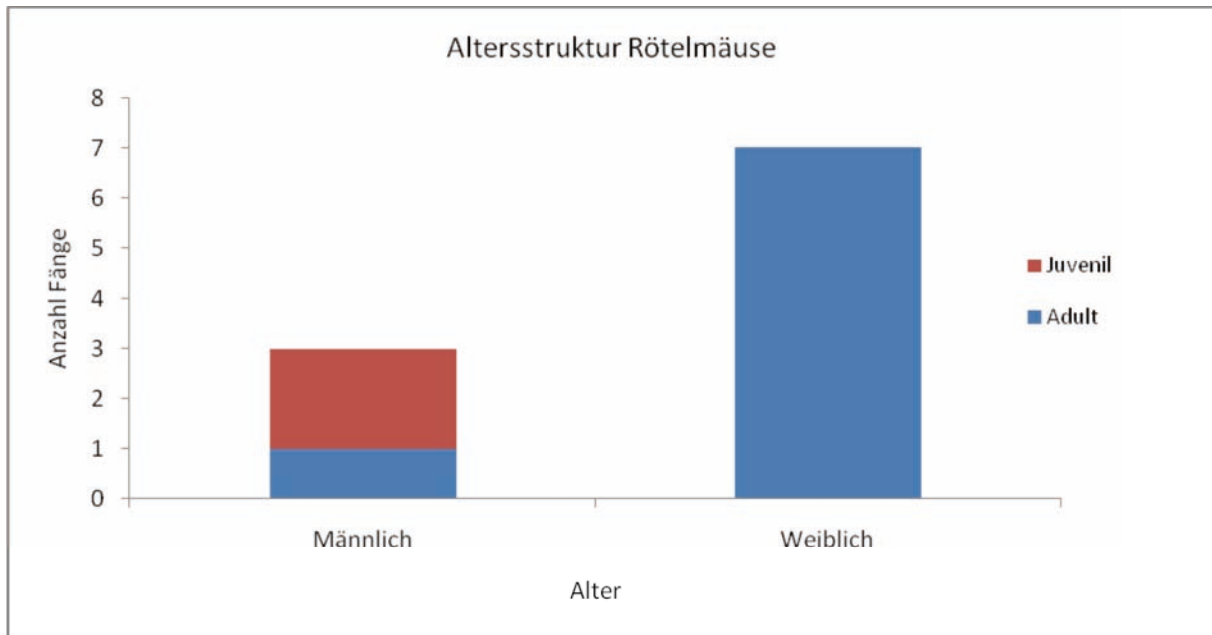


Abbildung 11: Altersstruktur der gefangenen Rötelmäuse

## **6 Diskussion zu den Dichteschwankungen in Kleinsäugerpopulationen**

In der vorliegenden Untersuchung konnten im Herbst 2011 in 1140 Fallennächten (Anzahl Fallen x Anzahl Nächte) nur 12 Individuen nachgewiesen werden. Die relative Fanghäufigkeit lag bei 1.1 Tieren/100 Fallennächten. Die Dichte auf den untersuchten Flächen betrug 1 Individuum/ha.

Einen Vergleich für die Dichte in Kleinsäuger-Populationen bieten polnische Buchenurwälder, da durch die Aufhebung der Bewirtschaftung angenommen wird, dass sich der Sihlwald zu einem Urwald entwickeln wird (Roth und Stauffer 2010). In polnischen Buchenurwäldern liegt die Kleinsäugerdichte im Herbst bei 11-155 Individuen/ha (Stenseth et al. 2002), was die Ergebnisse in der vorliegenden Untersuchung um ein vielfaches übersteigt.

Es stellt sich die Frage, wieso so wenige Tiere gefangen werden konnten. Dass der Sihlwald als Habitat für Kleinsäuger ungeeignet ist, kann ausgeschlossen werden, da Schielly (1996) in ihrer Untersuchung eine relative Fanghäufigkeit von 47 Tieren/100 Fallennächte nachweisen konnte (905 gefangene Tiere in 1920 Fallennächten). Dabei hat Schielly (1996) leider keine Angabe über die Dichte der Individuen auf den untersuchten Standorten gemacht und auch nachträglich kann dieser Wert nicht eruiert werden, da sie das Untersuchungsgebiet in ihren Ausführungen nicht eindeutig benannt hat. Auch Danuser (2011) wies im Sihlwald eine relative Fanghäufigkeit von 13.6 Tieren/100 Fallennächte nach (30 gefangene Tiere in 220 Fallennächten).

Es kann auch ausgeschlossen werden, dass die Auswahl der Fallenstandorte den Habitatansprüchen von Kleinsäufern nicht entsprach, da in der vorliegenden Untersuchung die Auswahl der Fallenstandorte speziell auf verschiedene Lebensräume des Sihlwalds angepasst wurde (vgl. Kap. 4.1).

Die Verwendung der Fallen, Köder und Fallenordnung innerhalb dieser Untersuchung wurde auf eine vergleichbare Weise schon in verschiedenen erfolgreichen Studien angewendet (Schielly 1996, Jerabek und Reiter 2003, Bowman et al. 2001, Holzgang und Pfunder 2008) und kann daher als erfolgsversprechend angesehen werden. Die Untersuchungsperiode in der vorliegenden Arbeit (September) wurde so gewählt, dass für die Rötelmaus die höchsten Dichten im Jahresverlauf zu erwarten waren (Alibhai und Gipps 1985). Auch Wald- und Gelbhalsmaus-Populationen erreichen in durchschnittlichen Jahren im Herbst die höchsten Dichten (Flowerdew 1985). Kleinsäuger-Populationen erreichen im Herbst die grössten Dichten, da sie sich im Sommer fortpflanzen (Flowerdew 1985, Niethammer 1990, Viro und Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010).

Kleinsäuger neigen bei starken Niederschlägen vermehrt dazu Zeit in ihren Bauen zu verbringen (Gurnell und Flowerdew 2006). Da es jedoch im Untersuchungszeitraum



vorwiegend trocken war (vgl. Kap. 4.2.3), kann schlechte Witterung als Grund für eine Inaktivität der Kleinsäuger ausgeschlossen werden. Somit muss der schlechte Fangerfolg auf andere Gründe zurückgeführt werden.

In Anbetracht der Untersuchungen von Schielly (1996) und Danuser (2011), des Versuchsaufbaus, der Durchführung und des Zeitpunkts der Durchführung, ist die plausibelste Erklärung für den schlechten Fangerfolg, dass die Untersuchung zu einem Tiefpunkt eines mehrjährigen Populationszyklus durchgeführt wurde.

Dichteschwankungen in Kleinsäuger-Populationen sind bekannt und von verschiedenen Autoren beschrieben worden (Krebs und Myers 1974, Wendland 1975, Hansson 1979, Alibhai und Gipps 1985, Flowerdew 1985, Hansson und Henttonen 1985, Stenseth 1985, Heske und Bondrup-Nielsen 1990, Boonstra 1994, Hansson 1997, Tkadlec und Zejda 1998, Hansson 2002, Stenseth et al. 2002). In Mittel- bis Nordeuropa treten mehrjährige Dichteschwankungen in den Populationen in unregelmässigen Abständen auf. Im Norden von Skandinavien sind die Dichte-Schwankungen regelmässiger und die Populationen kulminieren alle drei bis vier Jahre in einem Gradationsjahr (Hansson 1984, Alibhai und Gipps 1985, Hansson und Henttonen 1985, Stenseth et al. 1998, Tkadlec und Zejda 1998, Andreassen 2011, mündl., Zimmermann 2011, mündl.). Dabei folgt auf Jahre mit hohen Dichten ein Zusammenbruch der Population (Stenseth et al. 2002).

Dichte-Schwankungen können in vier aufeinander folgende Phasen eingeteilt werden: Tiefe Dichte, Zunahme, hohe Dichte und Abnahme der Population (Duhamel et al. 2000). Dichteschwankungen in Kleinsäuger-Populationen treten nicht nur über mehrere Jahre hinweg auf, sondern die Dichte der einzelnen waldbewohnenden Kleinsäugerarten variiert auch über den Jahresverlauf. Dabei herrschen im Frühling die tiefsten Dichten vor, im Sommer erfolgt eine allgemeine Zunahme und im Herbst sind die höchsten Dichten zu erwarten. Über den Winter nehmen die Populationen aufgrund der hohen Wintersterblichkeit wieder ab (Alibhai und Gipps 1985, Flowerdew 1985, Tkadlec und Zejda 1998).

Kommen Gradationsjahre in unregelmässigen Abständen vor, so werden diese Populationen nicht-zyklisch oder stabil genannt. Umgekehrt werden Populationen deren Dichten alle drei- oder vier Jahre einen Höhepunkt erreichen als zyklisch bezeichnet (Hansson 1984, Hansson und Henttonen 1985). Die Zyklizität von Wühlmauspopulationen ist abhängig vom Breitengrad. Dabei zeigen Populationen über dem 61. Breitengrad zyklische Dichteschwankungen, unter dem 59. Breitengrad hingegen ist keine Zyklizität feststellbar. Vom 59.-61. Breitengrad stellt sich ein Übergang von nicht-zyklischen zu zyklischen Populationen ein (Hansson und Henttonen 1985). In den letzten Jahren sind die zyklischen Dichteschwankungen beispielsweise in Norwegen nicht mehr so klar ausgeprägt, die Gründe für diese Diskontinuität sind Gegenstand von Forschungsprojekten (Andreassen 2011, mündl.).

Die Untersuchungen zu Dichte-Schwankungen in Skandinavien beziehen sich meist auf Arten der Familie der Wühlmäuse (Hansson und Henttonen 1985, Hansson 1997, Hansson 2002). Aussagen zu Langschwanzmäusen (namentlich die Gelbhals- und Waldmaus), welche einen wichtigen Teil im Artengefüge in mitteleuropäischen Wäldern einnehmen und somit Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit sind, werden dabei nicht getroffen, denn ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich nur bis nach Südsandinavien (Mitchell-Jones et al. 1999, Jenrich et al. 2010).

Es wäre voreilig zu denken, dass die Dichteschwankungen von Langschwanzmäusen aufgrund der oben beschriebenen Definition des Breitengrads nicht-zyklisch sind, da es sich um zwei verschiedene Familien von Mäusen handelt. Trotzdem haben andere (Lebendfang-) Untersuchungen in Mitteleuropa gezeigt, dass Langschwanzmäuse keine Regelmässigkeit in den Dichteschwankungen aufweisen und daher die Vermutung bestätigt wird, dass ihre Populationen nicht-zyklisch sind (Jensen 1982, Stenseth 2002, Kühn et al. 2011).

Die Dichteschwankungen beziehen sich in Nord-Skandinavien meist auf die gesamte Kleinsäugerfauna im gleichen Jahr (Hansson 2002). In Mitteleuropa breiten sich Dichtezunahmen von einem Epizentrum auf weitere Flächen aus und sind deshalb räumlich und zeitlich verschoben (Duhamel et al. 1999). Hansson (2002) führt für die Ausbreitung dieser nicht-zyklischen Zunahmen den Begriff „wandernde Wellen“ ein.

Es herrschen immer noch viele Unklarheiten darüber, welche Faktoren dazu führen, dass Populationen über mehrere Jahre mitunter rasant anwachsen können und nach einem Gradationsjahr wieder zusammenbrechen. Verschiedene Einflüsse auf die Populationsdynamik sind in der Literatur diskutiert. Dabei gibt es keine allgemeingültige Erklärung für die enormen Vermehrungen und die darauf folgenden Zusammenbrüche von Populationen. Vielmehr wirkt es so, als wären die Wechselwirkungen sehr komplex und schwer in einem messbaren System wiederzugeben. Die am meisten diskutierten Einflüsse auf die Populationsdynamiken werden deshalb im Anschluss beschrieben und mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung, sowie zusätzlich mit den Arbeiten von Schielly (1996) und Danuser (2011) verglichen.

## **6.1 Habitate**

Die drei häufigsten Kleinsäugerarten in Waldgebieten von Mittel- und Westeuropa (Rötel-, Wald- Gelbhalsmaus) nutzen ihren Lebensraum sympatrisch (Gurnell 1985).

### **6.1.1 Nahrungsangebot**

Die Quantität des Nahrungsangebots beeinflusst die Reproduktion von Rötel-, Wald und Gelbhalsmäusen (Hansson 1979, Alibhai und Gipps 1985, Flowerdew 1985, Gurnell 1985). In diesem Zusammenhang zeigen Langzeitstudien in Dänemark und Deutschland, dass die Zunahme von Rötelmaus-Populationen streng mit der Fruktifikation von Buchen korreliert. Im

Folgejahr einer Buchenmast nimmt die Rötelmaus-Dichte signifikant zu (Jensen 1982, Kühn et al. 2011).

Inwiefern die Buchenmast bei Gelbhals- und Waldmäusen auf eine Zunahme der Population wirkt, ist umstritten. Wendland (1975) und Jensen (1982) erwähnen hierzu, dass die Zunahme in Gelbhalsmaus-Populationen nach einem Mastjahr nicht signifikant ist, aber ein Trend zur Zunahme besteht. Auch Jerabek und Reiter (2003) fanden in ihrer Untersuchung nur schwache Zunahmen von Gelbhalsmausdichten nach Buchenmastjahren. Dagegen erfassten Stenseth et al. (2002) in polnischen Buchenurwäldern eine klar höhere Populationsdichte von Gelbhalsmäusen nach Buchenmastjahren.

Diese Zunahme in den Populationen kann darauf zurückgeführt werden, dass die Winterüberlebensrate von Gelbhals-, Wald- und Rötelmäusen durch ein quantitativ stark verbessertes Nahrungsangebot in Mastjahren positiv beeinflusst wird (Gurnell 1985). Dazu kommt, dass die Arten über den Winter sexuell aktiv bleiben, weshalb zum Ende des Winters bereits eine höhere Dichte an Tieren vorhanden ist. Zusätzlich sind im Frühling die Jungtiere an der Fortpflanzung beteiligt und lassen die Populationsdichte weiter ansteigen (Jensen 1982, Flowerdew 1985, Viro und Niethammer 1990). In normalen Jahren oder in Gebieten ohne Baumast sind diese Arten im Winter nicht sexuell aktiv (Jensen 1982, Jenrich et al. 2010).

Leider sind für den Sihlwald keine Daten zu Mastjahren vorhanden. Solche konnten nur von Messstationen im grenznahen Österreich (Feldkirch) ausfindig gemacht werden. Diese Daten verzeichneten keine Buchenmast für das Vorjahr der vorliegenden Untersuchung (<http://www.bfw.ac.at> 2011). Es wäre ein verfrühter Schluss die tiefen Dichten auf das Fehlen einer Buchenmast zurückzuführen, da 1995, also im Vorjahr der Untersuchung von Schielly (1996, durchgeführt von Sommer-Herbst 1996), ebenfalls kein Buchenmastjahr war (<http://www.bfw.ac.at> 2011) und sie ihre Untersuchung in einem ausgesprochenen Gradationsjahr durchführte (Schielly 1996). Jedoch war 1994, also zwei Jahre vor der Untersuchung von Schielly (1996) ein mittleres Mastjahr der Buche (<http://www.bfw.ac.at> 2011). Dies trifft aber auch auf die vorliegende Untersuchung zu, da 2009 ein stärkeres Mastjahr war (<http://www.bfw.ac.at> 2011), somit können weder die hohen noch die tiefen Dichten dieser zwei Untersuchungen erklärt werden. Ob sich das Mastjahr von 2009 im Fangerfolg der Untersuchung von Danuser (2011, durchgeführt im Herbst 2010) wiedergibt, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden.

Gibt es in einem Gebiet hohe Dichten von Wald-, Gelbhals- und Rötelmäusen, kann die Nahrung ein limitierender Faktor für das Populationswachstum sein und einen Einfluss auf den Zusammenbruch von Populationen haben (Hansson 1979). Nahrungsknappheit wirkt sich zum Beispiel negativ auf den Überwinterungserfolg der Waldmäuse aus (Gurnell 1985). Als einziger Faktor für den Zusammenbruch von Populationen kann ein eingeschränktes

Nahrungsangebot (z. Bsp. das Fehlen von Baumsamen) aber nicht geltend gemacht werden. Denn gerade die Rötelmaus ist in ihrer Nahrungswahl opportunistisch und kann auf andere Nahrungsquellen wie zum Beispiel grüne Pflanzenteile, Baumrinde oder tierische Nahrung ausweichen und so Zeiten mit weniger Nahrung überbrücken (Viro und Niethammer 1990, Hansson 1991, Jenrich et al. 2010). Die Gelbhalsmaus weicht bei mangelnder Nahrungsversorgung vermehrt auf tierische Nahrung aus (Gurnell 1985).

### **6.1.2 Nutzbarkeit und räumliche Verteilung**

Dichteschwankungen sind insofern von der Nutzbarkeit eines Gebietes betroffen, da intra- und interspezifische Faktoren diese bedingen (Gurnell 1985). Zum Beispiel können nicht alle Individuen die Habitate auf die gleiche Weise nutzen, weil sich die Weibchen der drei häufigsten Kleinsäugerarten auf Waldstandorten territorial verhalten (Alibhai und Gipps 1985, Gurnell 1985, Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Wenn in einem Gebiet aufgrund der hohen Dichten alle geeigneten Mikro-Habitate besetzt sind, müssen dazukommende Tiere (Jungtiere oder Immigranten) auf ungünstigere Habitate ausweichen (Alibhai und Gipps 1985, Niethammer 1990, Jenrich et al. 2010). Somit können die territorialen Weibchen einen limitierenden Effekt für das Wachstum einer Population darstellen und diese destabilisieren (Stenseth 1985). Auch das Fehlen von geeigneten Nistorten kann eine Population daran hindern weiter anzuwachsen (Flowerdew 1985). Es ist aber anzumerken, dass sich die Territorien der Weibchen bei einer höheren Dichte verkleinern und/oder überlagern und so, trotz der Territorialität, mehr Tiere auf dem gleichen Raum vorkommen können (Niethammer 1990, Viro und Niethammer 1990).

Darüber hinaus wird die Länge der Reproduktionsphase von der Qualität eines Habitats bestimmt. In guten Habitaten mit ausreichender Nahrungsversorgung und genügend Nistplätzen ist die Dauer der Reproduktion weniger lang als in ungeeigneten Lebensräumen (Alibhai und Gipps 1985, Gurnell 1985). Andererseits beteiligen sich in geeigneten Habitaten mehr Weibchen an der Reproduktion (Alibhai und Gipps 1985), womit in diesen Habitaten trotz der kürzeren Reproduktionsphase wiederum höhere Dichten zu erwarten sind.

Wie sich die Arten räumlich auf den verschiedenen Waldstandorten des Sihlwalds verteilen, war eigentlich Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit. Leider kann mit den vorhandenen Daten keine Aussage dazu getroffen werden, da die erhobene Datenmenge zu gering ist, um statistisch signifikante Aussagen vorzunehmen (vgl. Kap. 5.1). Schielly (1996) konnte nachweisen, dass auf Standorten mit einem hohen Totholzvolumen die Dichten der einzelnen Arten höher sind als auf Standorten mit weniger Totholz. Dies spricht für den Sihlwald als qualitativ gutes Makro-Habitat, da der Anteil am gesamten Holzvolumen des Waldes heute schon grösser ist als in wirtschaftlich genutzten Buchenwäldern der Schweiz (Roth und Stauffer 2010). Durch die Entwicklung des Sihlwalds hin zu einem Buchenurwald

wird dieser Anteil in Zukunft noch grösser sein (Roth und Stauffer 2010, vgl. Kap. 2). Wie sich der Totholzanteil auf die Artenzusammensetzung auswirkt, kann mit der Arbeit von Schielly (1996) nur bedingt beantwortet werden, da sie die Arten Gelbhals- und Waldmaus unter dem Gattungsnamen Waldmäuse zusammenfasste und keine Artbestimmung vornahm. Jedoch wurden mehr Waldmäuse auf den totholzreichen Standorten gefangen (Schielly 1996), was die Dominanz der Waldmäuse über die Rötelmäuse veranschaulicht (Gurnell 1985).

## **6.2 Klimatische Faktoren**

Die klimatischen Faktoren, die auf Kleinsäuger-Populationen wirken, können nicht ausser Acht gelassen werden. Das Klima wirkt sich auf die Fruktifikation der Buche aus (Roloff et al. 2010) und somit auf das Nahrungsangebot der Kleinsäuger im Sihlwald (vgl. Kap. 6.1.1). Zudem begünstigen milde Temperaturen im Winter die Fortpflanzung und können zusammen mit einem Mastjahr die Zunahme von Populationen fördern (Jenrich et al. 2010). Dagegen wirken sich tiefe Wintertemperaturen negativ auf die Überlebensrate der Tiere in dieser Jahreszeit aus (Gurnell 1985).

Nach warmen Sommern sind im Herbst höhere Dichten zu erwarten, dies aber nicht weil aufgrund der Temperaturen das Nahrungsangebot verbessert wird (Hansson 1979), sondern weil durch das warme Wetter die Tiere zur Fortpflanzung angeregt werden (Stenseth et al. 2002).

Sucht man die Gründe für den schlechten Fangerfolg dieser Untersuchung in der Wetterentwicklung des letzten Jahres, so können keine negativen Effekte auf Kleinsäuger-Populationen gefunden werden. Die Temperaturen im Herbst 2010 und im Winter 2010/11 waren leicht über der Durchschnitts-Temperatur der letzten 40 Jahre. Es folgte ein überdurchschnittlich warmer Frühling mit einer sehr frühen Vegetationsentwicklung, der in einen warmen und trockenen Sommer überging (<http://www.meteoschweiz.ch> 2011). Diese milden Temperaturen im Winter sind eigentlich förderlich für die Zunahme von Kleinsäuger-Populationen. Auch die frühe Vegetationsentwicklung im Frühling mit den warmen Temperaturen wirkt sich positiv auf die Populationsentwicklung der Kleinsäuger aus (Stenseth et al. 2002).

## **6.3 Intra- und interspezifische Konkurrenz**

Die intraspezifische Konkurrenz hat einen grossen Einfluss auf die Populationsdynamiken. Kleinsäuger reagieren selbstregulierend auf eine wachsende Dichte und können einen weiteren Zuwachs der Population verhindern (Gurnell 1985, Stenseth 1985). Zum Beispiel hemmen adulte Weibchen bei hohen Dichten die sexuelle Reifung von Jährlingen, wodurch der Anteil der sich reproduzierenden Weibchen an der Gesamtpopulation abnimmt und so

das Populationswachstum gebremst wird (Alibhai und Gipps 1985, Boonstra 1994). Auch die Dauer der Reproduktionsphase in einer Population ist abhängig von der Dichte und wird selbst reguliert. So sind in den ersten Jahren nach einem Zusammenbruch der Population die Reproduktionsphasen länger, und wenn die Dichten dann zunehmen, verkürzen sich die Reproduktionsphasen wieder (Alibhai und Gipps 1985).

Ein wichtiger Grund für den Zusammenbruch von Populationen ist die Veränderung der Altersstruktur der Population innerhalb eines Zyklus. Während tiefen Populationsdichten beteiligen sich viele Tiere an der Reproduktion und daraus resultiert, dass ein hoher Anteil der Population aus Jungtieren besteht (Boonstra 1994). Die darauffolgende Dichtezunahme ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die jungen Tiere eine hohe Fitness haben und sich gut vermehren können. Erreicht die Population dann einen Höhepunkt, hemmen die nun gealterten Weibchen die jüngeren in ihrer sexuellen Reifung (Alibhai und Gipps 1985, Boonstra 1994). Dies führt zu einer generell höheren Altersstruktur in der Gesamtpopulation. Diese dichteabhängige Vergreisung der Population führt zu einer generell tieferen Fitness der Tiere und dadurch zur Abnahme der Populationsdichte (Boonstra 1994, Tkadlec und Zejda 1998).

Mit den Daten der vorliegenden Arbeit können keine verlässlichen Aussagen über die Altersstruktur der erfassten Tiere gemacht werden, denn es wurden nur 12 Tiere nachgewiesen. Dennoch kann angefügt werden, dass nur 17% der gefangenen Tiere in dieser Untersuchung juvenil waren und dies als weiterer Hinweis darauf gedeutet werden kann, dass die Untersuchung zu einem Tiefpunkt eines Populationszyklus durchgeführt wurde.

Interspezifische Konkurrenz zwischen den drei häufigsten Kleinsäugerarten auf Waldstandorten kann auch einen Einfluss auf die Populationszyklen haben. Bei knappen Ressourcen ist die Gelbhalsmaus der Waldmaus überlegen und kann diese unterdrücken. Zum Beispiel kommt die Waldmaus nur in Altstadien des Waldes vor, wenn die Gelbhalsmaus in geringen Dichten vorhanden ist (Niethammer 1990). Zwischen der Rötel- und Waldmaus ist die Konkurrenz nicht so stark ausgeprägt. Sie kommen zwar in ähnlichen Habitaten vor, aber die Anpassungen unterscheiden sich zu sehr, als dass es Nachteile für die unterlegene Rötelmaus geben würde (Gurnell 1985).

Als Beispiel für die unterschiedlichen Anpassungen können die Aktivitätsrhythmen der drei Arten Wald-, Gelbhals- und Rötelmaus hinzugezogen werden. Wald- und Gelbhalsmäuse sind streng nachtaktiv, wohingegen die Rötelmaus sowohl tag- als auch nachtaktiv ist (Montgomery und Gurnell 1985, Niethammer 1990, Viro und Niethammer 1990). Das Vorhandensein der Nahrungsgrundlage der drei Arten (Samen vgl. Kap. 3.1, 3.2, 3.3) ist nicht tageszeitabhängig. Durch ihre Tagaktivität kann die Rötelmaus die Nahrung auch am Tag suchen und schafft sich dadurch einen Vorteil gegenüber der Wald- und Gelbhalsmaus, welche aber grundsätzlich dominant über die Rötelmaus sind (Gurnell 1985). Teilen sich die

Rötel- und die Gelbhals- oder Waldmaus ein Habitat, so ist die Rötelmaus vermehrt tagaktiv, als wenn keine interspezifische Konkurrenz mit einer dieser Arten gegeben ist (Gurnell 1985).

Eine weitere Kleinsäugerart, die auf Waldstandorten vorkommt, ist die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*). Sie wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht nachgewiesen und auch Schielly (1996) gelang nur der Fang von einem Individuum. Waldspitzmauspopulationen durchlaufen mehrjährige nicht-zyklische Dichteschwankungen (Hausser et al. 1990). Eine interspezifische Konkurrenz mit den anderen Kleinsäugerarten auf Waldstandorten zu ist nur bei hohen Dichten zu erwarten (Gurnell 1985). Diese wirkt sich dann aber hauptsächlich auf die Habitatnutzbarkeit zwischen der Rötelmaus und der Waldspitzmaus aus. Denn die Waldspitzmaus bevorzugt, wie die Rötelmaus, Habitate mit einer ausgeprägten Krautschicht (Gurnell 1985, Hausser et al. 1990). Eine Konkurrenz bezüglich Habitatnutzbarkeit mit der Gelbhals- und der Waldmaus ist nicht zu erwarten, da diese Habitate mit wenig Krautschicht bevorzugen (Gurnell 1985, Jenrich et al. 2010).

Eine Konkurrenz mit den drei häufigsten Arten bezüglich der Futterwahl kann für die Waldspitzmaus ausgeschlossen werden (Gurnell 1985), da sie sich hauptsächlich von Regenwürmern und wirbellosen Tieren ernährt (Hausser et al. 1990, Hausser 1995, Jenrich et al. 2010). Aufgrund der unterschiedlichen Anpassungen der verschiedenen Arten wird angenommen, dass die Konkurrenz zwischen den Arten zu klein ist, um eine Auswirkung auf die jeweiligen Populationszyklen zu haben (Gurnell 1985).

## 6.4 Prädation

Wie stark die Schwankungen in Kleinsäuger-Populationen durch Prädation beeinflusst werden ist umstritten (Alibhai und Gipps 1985, Ekerholm et al. 2004). Die Prädation wirkt aber auf die Populations-Schwankungen, und kann diese dämpfen oder verstärken (King 1985). Der Einfluss eines Räubers auf eine Population ist abhängig von dessen Verhalten und Nahrungspräferenz. Spezialisierte Räuber haben einen weniger grossen Einfluss auf die Dichteschwankungen als opportunistische Räuber, da opportunistische Räuber bei hohen Kleinsäugerdichten den Anteil der Kleinsäuger in der Nahrung erhöhen (Andersson und Erlinge 1977, King 1985, Korpimäki et al. 1991). Der Gesamt-Einfluss der Prädation auf eine Population in einem Gebiet wird von den spezialisierten und den opportunistischen Räubern bestimmt (King 1985).

Als Beispiel für einen opportunistischen Räuber auf Waldstandorten kann der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) herangezogen werden. Kleinsäuger machen durchschnittlich 30% der Nahrung des Rotfuchses aus (Do Linh San 2006). Der Anteil an Kleinsäufern in der Nahrung variiert im Jahresverlauf und kann in Wintermonaten bis zu 50% betragen (Kidawa und

Kowalczyk 2011). Sind die Kleinsäuger-Dichten in einem Gebiet tief, weicht der Rotfuchs auf andere Nahrungsquellen aus (Jenrich et al. 2010). Somit wird der Anteil der durch opportunistische Räuber gefressenen Tiere in einer Population durch deren eigene Dichte bestimmt (Erlinge et al. 1983). Dies führt zu der Annahme, dass die nicht-zyklischen Fluktuationen in Europa durch opportunistische Räuber wie den Fuchs beeinflusst werden. So kann eine hohe Prädationsrate während der Zuwachsphase einer Kleinsäuger-Population dazu führen, dass der Zuwachs verringert und so ein Gradationsjahr abgeschwächt oder zeitlich verschoben wird und somit keine Regelmässigkeit in den Dichteschwankungen entstehen kann (Erlinge et al. 1983, Hansson und Henttonen 1985). Opportunistische Räuber fehlen im Norden von Skandinavien da dort weniger alternative Beute vorhanden ist und die Schwankungen in den Kleinsäuger-Dichten können sich zyklisch entwickeln (Andersson und Erlinge 1977, Hansson und Henttonen 1985).

Spezialisierte Räuber, die sich hauptsächlich von Kleinsäufern ernähren sind der Waldkauz (*Strix aluco*) und das Mauswiesel (*Mustela nivalis*). Diese zwei Arten haben einen anderen Einfluss auf Kleinsäuger-Populationen als opportunistische Räuber (Andersson und Erlinge 1977, Jenrich et al. 2010). Der Waldkauz kann im Winter bis zu 50% einer Rötelmauspopulation schlagen (Alibhai und Gipps 1985) und somit einen bedeutenden Einfluss auf die Grösse der Frühlingspopulation haben. Das Mauswiesel erlegt pro Monat durchschnittlich 10% einer Kleinsäuger-Population (Alibhai und Gipps 1985). Die Dichten von spezialisierten Räubern nehmen zeitverzögert zu den Dichten von Kleinsäufern zu (Andersson und Erlinge 1977, Korpimäki et al. 1991). Eine Räuberpopulation kann sich noch in einer Phase des Zuwachses befinden wenn die Kleinsäugerpopulation schon wieder abnimmt (Andersson und Erlinge 1977). Dadurch erhöht sich das Prädationsrisiko für Kleinsäuger überdurchschnittlich und die hohen Räuberdichten können einen starken Zusammenbruch der Kleinsäuger-Population bewirken (Korpimäki et al. 1994). Fehlen solche Räuber in einem Gebiet ist der Zusammenbruch einer Population weniger stark und die Winterüberlebensrate höher (Korpimäki et al. 1991, Ekerholm et al. 2004).

Die Prädation wirkt sich nicht nur direkt durch das Töten auf eine Kleinsäuger-Population aus, sondern auch ein indirekter Einfluss durch das Vorkommen von Räubern in einem Gebiet kann erkannt werden (Korpimäki und Krebs 1996). Korpimäki et al. (1994) konnten nachweisen, dass sich die durchschnittliche Wurfgrösse von Rötelmäusen verringert wenn eine hohe Hermelin- (*Mustela erminea*) und Mauswieseldichte vorherrscht. Die Investition eines Individuums in die Fortpflanzung wird also dem Prädationsrisiko angepasst.

Die Habitatwahl von Kleinsäufern wird auch durch die Abwehrstrategie gegenüber Fressfeinden beeinflusst. Rötelmäuse sind vermehrt auf Standorten mit guter Bodenbedeckung zu erwarten (Gurnell 1985, Hausser 1995, Jenrich et al. 2010). Dabei



leben sie in einem Aktionsraum den sie gut kennen und sich bei Gefahr schnell verstecken können (King 1985). Wald- und Gelbhalsmäuse sind durch ihren kräftigen Körperbau dazu befähigt schnell zu rennen. Als Strategie gegen Fressfeinde machen sie davon Gebrauch und fliehen über weite Distanzen und entlang von geraden Strukturen wie liegendem Totholz (King 1985). Dies ist ein Grund weshalb diese zwei Arten offenere Standorte mit einer weniger ausgeprägten Krautschicht bevorzugen (Gurnell 1985, King 1985, Jenrich et al. 2010).

Speziell die Interaktion zwischen spezialisierten Prädatoren und Kleinsäugetern zeigt die Bedeutung von Kleinsäugetern im ökologischen Gefüge. Es stellt sich die Frage ob die Prädation „top down“, also vom Räuber, oder „bottom up“, von den Kleinsäugetern, gesteuert wird. King (1985) erwähnt dazu, dass es einfacher und genauer ist zu untersuchen, wie die Kleinsäugeter-Dichten auf die Entwicklung von spezialisierten Räubern wirken. Denn fehlt die Nahrungsgrundlage (Kleinsäugeter) in einem Gebiet, so sind die spezialisierten Räuber darauf angewiesen ihr Revier zu verlassen und Orte mit besserer Nahrungsversorgung aufzusuchen oder ihre Population bricht zusammen. Dies deutet daraufhin, dass die Populations-Entwicklung von spezialisierten Räubern durch Kleinsäugeter, und somit „bottom up“, reguliert wird. Für diese Art von Regulierung spricht auch die Tatsache, dass die Dichten von Mauswiesel und anderen spezialisierten Räubern nach dem Zusammenbruch einer Kleinsäugeterpopulation auch zusammenbrechen (Andersson und Erlinge 1977, Korpimäki et al. 1991, Korpimäki et al. 1994). Der Zusammenbruch der Räuber-Population wird auch dadurch unterstützt, dass zum Beispiel der Waldkauz nicht zu brüten beginnt, wenn im Frühling die Kleinsäugeter-Dichten tief sind. Auch das Hermelin stellt bei schlechter Nahrungsversorgung im Frühling die Brutpflege ein (King 1985).

Opportunistische Räuber sind nicht so stark von Kleinsäugetern abhängig wie spezialisierte Räuber. Durch ihre hohe Futterakzeptanz sind opportunistische Räuber dazu befähigt, bei tiefen Kleinsäugeter-Dichten auf andere Futterquellen auszuweichen (Andersson und Erlinge 1977). Keuling et al. (2011) konnten nachweisen, dass die Populations-Dichten von Rotfüchsen und Dachsen (*Meles meles*) in Deutschland über mehrere Jahre hinweg keine signifikanten Schwankungen hatten. Dies unterstreicht, dass diese opportunistischen Räuber nicht so stark von Kleinsäugetern reguliert werden wie die spezialisierten Räuber. Dennoch ist eine hohe Kleinsäugeter-Dichte in Wintermonaten, wenn andere Futterquellen wie Insekten oder Obst knapp oder nicht verfügbar sind, förderlich für die Winterüberlebensrate von Rotfüchsen oder Dachsen (Jenrich et al. 2010).

Für die vorliegende Untersuchung im Sihlwald sind keine Daten zu den Dichten von potentiellen Räubern vorhanden. Nistorte von Waldkauz oder Waldohreule im Wald- und auf halboffenen Standorten im Gebiet des Sihlwalds nicht bekannt. Auch sind keine Nistkästen

für solche Arten im Gebiet angebracht (Mauley A., 2011 mündl.). Daten über das Vorkommen von Marderartigen sind für das Gebiet des Sihlwald ebenfalls nicht vorhanden. Für die Dichteschätzungen der opportunistischen Räubern Rotfuchs oder Dachschwarzkatze könnte die Jagdstatistik des Jagdreviers Langnau am Albis herangezogen werden. Nach Keuling et al. (2011) spiegeln die Jagdstatistiken in einem Gebiet aber nicht die tatsächlichen Dichten einer Art wieder. Vielmehr sind die Abschusszahlen durch die Aktivität der Jägerschaft beeinflusst und somit unter anderem vom Wetter und der persönlichen Motivation eines Jägers bestimmt. Aus diesem Grund wird auf einen Vergleich der Abschusszahlen von Fuchs und Dachschwarzkatze, als Dichte-Index für diese Arten im Sihlwald, mit dem Vorkommen der Kleinsäuger dieser und vorgehender Untersuchungen verzichtet. Zudem sind die Dichten der opportunistischen Räuber auf Waldstandorten auch noch von den Kleinsäuger-Dichten des umliegenden Offenlandes beeinflusst (King 1985), welche in dieser Arbeit nicht untersucht wurden.

## **6.5 Fazit**

In Anbetracht der Resultate der vorliegenden Untersuchung stellt sich die Frage wie aussagekräftig Kurzzeit-Untersuchungen zu Habitatansprüchen der Kleinsäuger sind. Wenn die Kleinsäugerdichten überdurchschnittlich hoch sind, können Individuen einer bestimmten Art auch auf nicht optimalen Standorten gefunden werden. Sind die Dichten jedoch sehr tief, wie in der vorliegenden Untersuchung, fehlen die Arten auch auf optimalen Standorten.

Die Diskussion hat gezeigt, dass Aussagen in der Fachliteratur, inwiefern ein Faktor wie Prädation, inter- und intraspezifische Konkurrenz oder Klima und Habitat-Nutzbarkeit die Populationsdynamiken beeinflussen, mitunter widersprüchlich sind.

Klar wurde jedoch, dass Aussagen wie sich die Kleinsäugerarten in einem Gebiet verteilen, wie sich die Dichten über die Jahre entwickeln und was für Faktoren auf die Dichteschwankungen wirken, nur in Langzeituntersuchungen getroffen werden können. Solche Untersuchungen fehlen im Schweizer Mittelland weitgehend. Die Durchführung einer solchen Untersuchung kann, speziell in Anbetracht des Einflusses, den Kleinsäuger auf andere Arten als Nahrungsgrundlage oder als alternative Beute ausüben, auch zum besseren Verständnis von Prozessen in ökologischen Systemen führen.

Gerade eine Institution wie die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW in Wädenswil ist dazu prädestiniert mit den Studierenden eine Langzeituntersuchung einzuleiten und so weitere Erkenntnisse über die Populationszyklen von Kleinsäugetieren zu gewinnen.

## 7 Literaturverzeichnis

### 7.1 Bücher und Zeitschriften

- Alibhai, S. K., Gipps, J. H. W., (1985), The population dynamics of bank voles, S. 277-313, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford
- Andersson, M., Erlinge, S., (1977), Influence of predation on rodent populations, S. 591-597, Ausgabe 29, Oikos
- Aulagnier, S., Haffner, P., Mitchell-Jones, A. J., Moutou, F., Zima, J., (2008), Waldmaus *Apodemus sylvaticus* S. 230, Die Säugetiere Europas, Nordafrikas und Vorderasiens, Haupt Verlag, Bern
- Barrett, G. W., Peles, J. D., (1999), Small Mammal Ecology: A Landscape Perspective, Landscape Ecology of Small Mammals, Springer-Verlag, New York
- Boonstra, R., (1994), Populations cycles in microtines: the senescence hypothesis, S. 196-219, Ausgabe 8, Evolutionary Ecology
- Bowman, J., Corkum, C. V., Forbes, G. J., (2001), Spatial scales of trapping in small mammal research, S. 472-475, Ausgabe 115, The Canadian Field-Naturalist
- Bundesamt für Umwelt, BAFU, (1994), Rote Liste der gefährdeten Säugetiere der Schweiz, S. 20 -21, Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz, BAFU, Bern
- Danuser, P., (2011), Untersuchung der Aktivitätsrhythmen der Art *Clethrionomys glareolus* mit und ohne interspezifische Konkurrenz von *Apodemus* sp., Semesterarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil
- Delaney, M. J., (1974), The ecology of small mammals, Edward Arnold Limited, London
- Do Linh San, E., (2006), Der Rotfuchs, Biologie einheimischer Wildtiere, Ausgabe 1/2006, Wildtier Schweiz, Zürich
- Duhamel, R., Quéré, J.-P., Delattre, P., Giraudoux, P., (1999), Landscape effects on the Population dynamics of the fossorial form of the water vole (*Arvicola terrestris sherman*), S. 89-98, Ausgabe 15, Landscape Ecology
- Ebner, S., Scherer, A., (2001), Die wichtigsten Forstschädlinge, Insekten-Pilze-Kleinsäuger, Stocker, Graz-Stuttgart

- Ekerholm, P., Oksanen, L., Oksanen, T., Schneider, M., (2004), The impact of short-term predator removal on vole dynamics in an arctic-alpine landscape, S 457-468, Ausgabe 106, Oikos
- Erlinge, S., Goransson, G., Hansson, L., Hogstedt, G., Liberg, O., Nilsson, I. N., Nilsson, T., von Schantz, T., Sylven, M., (1983), Predation as regulatory factor on small rodent populations in south sweden, S. 36-52, Ausgabe 40, Oikos
- Flowerdew, J. R., (1985), The population dynamics of wood mice and yellow-necked mice, S. 315-338, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford
- Grimmberger, E., Rudolff, K., (2009), Rötelmaus *Myodes glareolus*, S. 127 -128, Atlas der Säugetiere Europas, Nordafrikas und Vorderasiens, Natur und Tier –Verlag GmbH, Münster
- Gurnell, J., (1985), Woodland rodent communities, S. 377-411, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford
- Gurnell, J., Flowerdew, J.R., (2006), Live Trapping Small Mammals: A Practical Guide, The Mammal Society, London
- Güttinger, R., (2008), Unbekannte Kleinsäuger: Mäuse und Spitzmäuse, 31-34, Pro Sihltal Jahrbuch Nr. 58/2008
- Hansson, L., (1979), Food as Limiting Factor for Small Rodent Numbers, S. 297-314, Ausgabe 37, Oecologica
- Hansson, L., (1984), Composition of cyclic and non-cyclic vole populations: On the causes of variation in individual quality among *Clethrionomys glareolus* in Sweden, S. 199-206, Ausgabe 63, Oecologica
- Hansson, L., (1985), The food of bank voles, wood mice and yellow-necked mice, S. 141-168, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford
- Hansson, L., (1991), Bark consumption by voles in relation to mineral contents, S. 735-743, Ausgabe 17/4, Journal of Chemical Ecology
- Hansson, L., (1997), Population growth and habitat distribution in cyclic small rodents: to expand or to change, S. 345-350, Ausgabe 112, Oecologica

- Hansson, L., (2002), Cycles and travelling waves in rodent dynamics: a comparison, S. 9-22, Ausgabe, 47, Acta Theriologica
- Hansson, L., Henttonen, H., (1985), Gradients in density variations of small rodents: the importance of latitude and snow cover, S. 394-402, Ausgabe 67, Oecologica, Berlin
- Hausser, J., Hutterer, R., Vogel, P., (1990), *Sorex araneus* – Waldspitzmaus, S. 235-271 in Niethammer, J., Krapp, F., (1990) Handbuch der Säugetiere Europas, Band 3,1, Insektenfresser-Insectivora, Herrentiere-Primates, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden
- Heske, E., J., Bondrup-Nielsen, S., (1990), Why spacing behaviour does not stabilize density in cyclic populations of microtine rodents, S. 91-98, Ausgabe 83, Oecologica
- Hausser, J., (1995), *Apodemus sylvaticus* S. 268-273, *Clethrionomys glareolus* S. 298-302, *Apodemus flavicollis* S.274-278, Säugetiere der Schweiz; Verbreitung-Biologie-Ökologie, Hrsg. Denkschriftenkommission der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften, Birkhäuser Verlag, Basel
- Holzgang, O., Pfunder, M., (2008), Leben im Verborgenen – Mäuse und Spitzmäuse im Kaltbrunner Riet, S. 195-204, Band 91, Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
- Hörnfeldt, B., Lögren, O., Carlsson, B.-G., (1986), Cycles in voles and small game in relation to variations in plant production indices in Northern Sweden, S. 496-502, Ausgabe 68, Oecologica
- Jenrich, J., Löhr, P.-W., Müller, F., (2010), Rötelmaus - *Myodes glareolus* S. 85-90, Gelbhalsmaus - *Apodemus sylvaticus* S. 158-162, Waldmaus - *Apodemus sylvaticus* S.163-166, *Sorex araneus* S.53-56, Kleinsäuger, Körper- und Schädelmerkmale • Ökologie, Beiträge zur Naturkunde in Osthessen, Band 47 Supplement 1, Verein für Naturkunde in Osthessen e.V., Fulda
- Jensen, T. S., (1982), Seed Production and Outbreaks of Non-Cyclic rodent Populations in Deciduous Forests, S.184-192, Ausgabe 54 Oecologica
- Jerabek, M., Reiter, G., (2003), The Small Mammal Fauna of Mountainous Forests of Karwendel (Austria): Distribution, Habitat Use and Population Dynamics, S. 231-259, Band 90, Ber. nat.-med. Verein Innsbruck

- Keuling, O., Greiser, G., Grauer, A., Strauss, E., Bartel-Steinbach, M., Klien, R., Wenzelides, L., Winter, A., (2011), The German wildlife information system (WILD): population densities and den use of red foxes (*Vulpes vulpes*) and badgers (*Meles meles*) during 2003-2007 in Germany, S. 95-105, Ausgabe 57, Eur. J. Wildl. Res.
- Kidawa, D., Kowalczyk, R., (2011), The effects of sex, age, season and habitat on diet of the red fox *Vulpes vulpes* in northeastern Poland, S. 209-218, Ausgabe 56, Acta Theriologica
- King, C. M., (1985), Interactions between woodland rodents and their predators, S. 219-243, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford
- Korpimäki, E., Krebs, C.J., (1996), Predation and population cycles of small mammals: a reassessment of the predation hypothesis, S.754-764, Ausgabe 46, BioScience
- Korpimäki, E., Norrdahl, K., Rinta-Jaskari, T., (1991), Responses of stoats and least weasels to fluctuating food abundances: is the low phase of the vole cycle due to mustelid predation?, S. 552-561, Ausgabe 88, Oecologica
- Korpimäki, E., Norrdahl, K., Valkama, J., (1994), Reproductive investment under fluctuating predation risk: microtine rodents and small mustelids, S. 357-368, Ausgabe 8, Evolutionary Ecology
- Krebs, C.J., Myers, J. H., (1974), Population cycles in small mammals, S. 267-399, Ausgabe 8, Adv. Ecol.
- Kühn, K., Reil, D., Imholt, C., Matthes, H., Jacob, J., (2011), Zusammenhang zwischen Mikrohabitatstrukturen, Nahrungsverfügbarkeit und Abundanz von Waldnagern, Julius-Kühn-Archiv, Nr. 430, Quedlingburg
- Marchesi, P., Blant, M., Capt, S., (2008), Rötelmaus *Clethrionomys glareolus*, S. 49, Waldmaus *Apodemus sylvaticus*, S. 46, Gelbhalsmaus *Apodemus flavicollis*, S. 46 Säugetiere der Schweiz – Bestimmungsschlüssel, Fauna – Helvetica 22, CSCF & SGW, Neuchatel
- Merritt, J. F., (2010), The Biology of Small Mammals, The John Hopkins University Press, Baltimore
- Mitchell-Jones, A.J., Amori, G., Bogdanowicy, W., Krzstufek, B., Reijnders, P.J.H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J.B.M., Vohralik V., Zima J., (1999): The Atlas of European Mammals. - Academic Press, London.

- Montgomery, W.I., Gurnell, J., (1985), The behavior of *Apodemus*, S. 89-115, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford
- Müller, J.P., Jenny, H., Lutz, M., Mühlethaler, E., Briner T., (2010), Die Säugetiere Graubündens, Hrsg. Stiftung Sammlung Bündner Naturmuseum, Desertina
- Niethammer, J., (1990), *Apodemus flavicollis* - Gelbhalsmaus, S. 325-336 *Apodemus sylvaticus* - Waldmaus, S. 337-358 in Niethammer, J., Krapp, F., (1990) Handbuch der Säugetiere Europas, Band 1, Nagetiere I, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden
- Roloff, A., Weisgerber, H., Lang U. M., Stimm, B., (2010), *Fagus sylvatica*, S. 79-98, Bäume Mitteleuropas – Von Aspe bis Zirbelkiefer, Mit den Porträts aller Bäume des Jahres von 1989 bis 2010, WILEY-VCH Verlag, Weinheim
- Roth, I., Stauffer, C., (2010), Charta Wildnispark Sihlwald 2009- 2018, Stiftung Wildnispark Zürich, Sihlwald
- Schielly, B., (1996), Totholz als bedeutendes Habitatement für Kleinsäuger in Buchenbeständen, Diplomarbeit, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
- Schmider, P., Küper, M., Tschander, B., Käser, B., (1993), Die Waldstandorte des Kantons Zürich, Waldgesellschaften-Waldbau-Naturkunde, vdf Verlag der Fachvereine an den schweizerischen Hochschulen und Techniken AG, Zürich
- Schröpfer, R., Düttmann, H., (2010), Artenschutz mit Jagd und Mäusen – das Osnarbrücker Prädationsmodell, S. 1-7, Ausgabe 26, Artenschutzreport
- Stenseth, N. C., (1985), Models of bank vole and wood mouse populations, S. 339-376, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford
- Stenseth, N., C., Saitoh, T., Yoccoz, N., G., (1998), Frontiers in Population Ecology of Microtine Rodents: a Pluaristic Approach to the Study of Population Ecology, S. 5-20, Ausgabe 40 (1), Res. Popul. Ecol.
- Stenseth, N., C., Viljugrein, H., Jedrzejewski, W., Mysterud, A., Pucek, Z., (2002), Population dynamics of *Clethrionomys glareolus* and *Apodemus flavicollis*: seasonal components of density dependence and density independence, S.39-67, Ausgabe 47, Acta Theriologica
- Stoddart, D. M., (1979), Ecology of small mammals, Chapman and Hall, London

- Tkadlec, E., Zejda, J., (1998), Small rodent population fluctuations: The effects of age structure and seasonality, S. 191-210, Nr. 12, Evolutionary Ecology
- Viro, P., Niethammer, J., (1990), Clethrionomys glareolus – Rötelmaus, S. 109 - 146, in Niethammer, J., Krapp, F., (1990) Handbuch der Säugetiere Europas, Band I/2, Nagtiere I, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden
- Wendland, V., (1975), Dreijähriger Rhythmus im Bestandeswechsel der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis* Melchior), S. 301-310, Ausgabe 20, Oecologica
- Wilson, D. E., Reeder, D. M., (2005), Mammal species of the World: A taxonomic and Geographic Reference (3<sup>rd</sup> ed.), Myodes, S. 1020-1022, Johns Hopkins University Press, Baltimore
- Würsch M., (2011), Stiftung Wildnispark Zürich, Jahresbericht 2010, Sihlwald

## 7.2 Internet

- <http://www.bfw.ac.at>, (2011), Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Pollen – Samenproduktion österreichischer Waldbäume, Zugriff am 19.12.2011 auf: <http://bfw.ac.at/rz/pollen.main>
- <http://www.meteoschweiz.ch>, (2011), Klimabulletin Monat Zugriff am 1.12.2011 auf: [http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima\\_heute/monatsflash.html](http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_heute/monatsflash.html)
- <http://www.tagesschau.ch>, (2011), Weltkleinstes Säugetier im Tessin entdeckt, Zugriff am 6.1.2011 auf: [http://www.tagesschau.sf.tv/Nachrichten/Archiv/2011/11/05/Vermischtes/Weltkleinstes-Saeugetier-im-Tessin-wiederentdeckt?WT.zugang=front\\_na5#video](http://www.tagesschau.sf.tv/Nachrichten/Archiv/2011/11/05/Vermischtes/Weltkleinstes-Saeugetier-im-Tessin-wiederentdeckt?WT.zugang=front_na5#video)
- Kägi, J., (1999), Naturlandschaft Sihlwald: Konventionelle und digitale Bodenkartierung mit Hilfe eines geographischen Informationssystems, Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich, Zugriff am 6.1.2012 auf: <http://www.wildnispark.geo.uzh.ch/works/publicat/jkaegi/>
- Züst, S., Stocker, S., Küper, M., (1988), Naturlandschaft Sihlwald Studienbereich A Vegetation, Zugriff am 6.1.2012 auf: <http://www.sihlwald.uzh.ch/works/publicat/bgu/bguall8.html>



### **7.3 Mündliche Mitteilungen**

Andreassen, H.P., (2011), Mündliche Mitteilung vom 8.6.2011

Mauley, A., (2011), Mündliche Mitteilung vom 10.10.2011

Zimmermann, B., (2011), Mündliche Mitteilung vom 7.6.2011

## 8 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Karte des Untersuchungsgebietes Sihlwald	13
Abbildung 2: Potentielles Verbreitungsgebiet der Rötelmaus in der Schweiz (Quelle: Hausser 1995)	15
Abbildung 3: Rötelmaus, gefangen am 08.09.2011, 18:15 Uhr (Foto: Philip Danuser)	16
Abbildung 4: Potentielles Verbreitungsgebiet der Waldmaus in der Schweiz (Quelle: Hausser 1995)	18
Abbildung 5: Unbestimmte Wald- oder Gelbhalsmaus, gefangen am 15.09.2011, 7:20 Uhr (Foto: Philip Danuser)	19
Abbildung 6: Potentielles Verbreitungsgebiet der Gelbhalsmaus in der Schweiz (Quelle: Hausser 1995)	21
Abbildung 7: Gelbhalsmaus, gefangen am 21.09.2011, 08:10 Uhr (Foto: Philip Danuser)	22
Abbildung 8: Hierarchie der Fallenstandorte-Auswahl	25
Abbildung 9: Die Fallenstandorte auf dem Untersuchungsgebiet	26
Abbildung 10: Longworth-Lebendfalle an einer Kleinstruktur	28
Abbildung 11: Altersstruktur der gefangenen Rötelmäuse	31

## 9 **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Körpermasse von adulten <i>M. glareolus</i>	14
Tabelle 2: Körpermasse von adulten Waldmäusen	17
Tabelle 3: Körpermasse von adulten Gelbhalsmäusen	20
Tabelle 4: Gesamtliste der Fänge während der Untersuchungsperiode	29

## Anhang

- Bilder Standorte
- GIS-Analyse
- Zeitliche Abfolge des Fangs
- Rohdaten Vegetationsanalyse
- Leitfaden zum Kleinsäuger-Lebendfang in der Schweiz
- CD-Rom: Beinhaltet die Arbeit in digitaler Form (.doc und PDF), den Leitfaden zum Kleinsäuger-Lebendfang in der Schweiz (.doc und PDF), die Rohdaten des Fallenfangs(.xls), die Rohdaten der Vegetationsaufnahme (.xls) sowie die Fotografien der erfassten Tiere (.jpg).

- **Bilder Standorte**

Baumholz mit Krautschicht



Baumholz ohne Krautschicht



Stangenholz mit Krautschicht



Stangenholz ohne Krautschicht



Spezial-Standort Feucht



Spezial-Standort Fichte



Spezial-Standort Offen



Bemerkung :  
Die einzelnen Waldgesellschaften sind nicht abgebildet, da sie sich im Erscheinungsbild sehr ähnlich sind.

(Fotos: Philip Danuser)

- **Gis Analyse**

- grenze\_wildnispark\_svo\_mg -> Select by attributes-> GRWPZNAM=Wildnispark Zürich-Sihlwald
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> grenze\_wildnipark\_svo\_mg-> Output feature ->grenze\_sihlwald
- Analysis Tools ->Extract->Clip->Input feature->wegenetz\_sihlwad\_oeffentlich->Clip feature->grenze\_sihlwald->Output feature->wege\_sihlwald
- Analysis Tools ->Extract->Clip->Input feature->Fließsgewässer\_Achse\_L->Clip feature->grenze\_sihlwald->Output feature->gewässer\_sihlwald
- Analysis Tools ->Extract->Clip->Input feature->vk\_zh\_97->Clip feature->grenze\_sihlwald->Output feature->waldgesellschaften\_sihlwald
- Analysis Tools ->Extract->Clip->Input feature->habitatkartierung->Clip feature->grenze\_sihlwald->Output feature->altersklassen\_sihlwald
- Alterklassen\_sihlwald->Select by attributes->HT=7012 OR HT=7013
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> altersklassen\_sihlwald-> Output feature ->altersklasse\_stangen\_dickung
- Alterklassen\_sihlwald->Select by attributes-> HT=7014 OR HT=7015 OR HT=7021 OR HT=7022 OR HT=7030
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> altersklassen\_sihlwald-> Output feature ->altersklasse\_baumholz
- Analysis Tools ->Extract->Clip->Input feature->waldgesellschaften\_sihlwald->Clip feature->altersklasse\_baumholz->Output feature->waldgesellschaften\_baumholz
- Analysis Tools ->Extract->Clip->Input feature->waldgesellschaften\_sihlwald->Clip feature->altersklasse\_stangen\_dickung->Output feature->waldgesellschaften\_stangen\_dickung
- waldgesellschaften\_stangen\_dickung->Select by attributes-> EK72=12g OR EK72=7a OR EK72=8as OR EK72=8g
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> waldgesellschaften\_stangen\_dickung ->Output feature -> waldgesellschaften\_auswahl\_stangen\_dickung
- waldgesellschaften\_baumholz->Select by attributes-> EK72=12g OR EK72=7a OR EK72=8as OR EK72=8g
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> waldgesellschaften\_baumholz -> Output feature -> waldgesellschaften\_auswahl\_baumholz
- waldgesellschaften\_auswahl\_stangen\_dickung->Select by attributes-> FID=61 OR FID=39 OR FID=42 OR FID=54 OR FID=35 OR FID=9 OR FID=31 OR FID=67 OR FID=97 OR FID=43 OR FID=33 OR FID=29

- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature->  
waldgesellschaften\_auswahl\_stangen\_dickung ->Output feature ->  
waldgesellschaften\_standorte\_stangen\_dickung
- waldgesellschaften\_auswahl\_baumholz->Select by attributes-> FID=24 OR  
FID=83 OR FID=146 OR FID=54 OR FID=85 OR FID=74 OR FID=108 OR  
FID=144 OR FID=151 OR FID=38 OR FID=75 OR FID=113
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature->  
waldgesellschaften\_auswahl\_baumholz ->Output feature ->  
waldgesellschaften\_standorte\_baumholz
- waldgesellschaften\_standorte\_stangen\_dickung-> Attribute table->Options->Add  
Field->Name:alterskl->Type:Text->Start editing->alterskl=stangen\_dickung->Save  
edits
- waldgesellschaften\_standorte\_baumholz-> Attribute table->Options->Add Field-  
>Name:alterskl->Type:Text->Start editing->alterskl=baumholz->Save edits
- Data Management Tools -> General->Merge->Input Datasets ->  
waldgesellschaften\_standorte\_baumholz und  
waldgesellschaften\_standorte\_stangen\_dickung->Output Datasets->  
waldgesellschaften\_standorte\_merge
- waldgesellschaften\_sihlwald->Select by attributes->FID=544 OR FID=865
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> waldgesellschaften\_sihlwald -  
>Output feature -> waldgesellschaften\_spezial\_27a
- waldgesellschaften\_sihlwald->Select by attributes->FID=544 OR FID=865
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> waldgesellschaften\_sihlwald -  
>Output feature -> waldgesellschaften\_spezial\_27a
- waldgesellschaften\_standorte\_stangen\_dickung->Select by attributes->FID=90  
OR FID=57
- Analysis Tools ->Extract-> Select-> Input feature-> waldgesellschaften\_sihlwald -  
>Output feature -> waldgesellschaften\_spezial
- waldgesellschaften\_spezial-> Attribute table->Options->Add Field-  
>Name:alterskl->Type:Text->Start editing->alterskl=spezial totholz,  
alterskl=spezial offen, alterskl=spezial feucht->Save edits

- Zeitliche Abfolge des Fangs**

UP	Standort	Datum	Altersklasse
1	1.1	5.-7.9.11	Stangen
1	1.2	5.-7.9.11	Spezial_Fichte
1	1.3	5.-7.9.11	Stangen
1	1.4	5.-7.9.11	Baumholz
1	1.5	5.-7.9.11	Stangen
2	2.1	7.-9.9.11	Spezial_Offen
2	2.2	7.-9.9.11	Baumholz
2	2.3	7.-9.9.11	Stangen
2	2.4	7.-9.9.11	Baumholz
2	2.5	7.-9.9.11	Baumholz
3	3.1	12-14.9.11	Stangen
3	3.2	12-14.9.11	Baumholz
3	3.3	12-14.9.11	Spezial_Feucht
3	3.4	12-14.9.11	Baumholz
3	3.5	12-14.9.11	Baumholz
4	4.1	14.-16.9.11	Stangen
4	4.2	14.-16.9.11	Stangen
4	4.3	14.-16.9.11	Spezial_Feucht
4	4.4	14.-16.9.11	Stangen
4	4.5	14.-16.9.11	Stangen
5	5.1	19.-21.9.11	Baumholz
5	5.2	19.-21.9.11	Spezial_Offen
5	5.3	19.-21.9.11	Baumholz
5	5.4	19.-21.9.11	Stangen
5	5.5	19.-21.9.11	Baumholz
6	6.1	21.-23.9.11	Stangen
6	6.2	21.-23.9.11	Baumholz
6	6.3	21.-23.9.11	Baumholz
6	6.4	21.-23.9.11	Stangen
6	6.5	21.-23.9.11	Spezial_Fichte

# Leitfaden zum Kleinsäuger-Lebendfang in der Schweiz

## **Impressum**

Danuser, P., (2012), Leitfaden zum Kleinsäuger-Lebendfang in der Schweiz, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.

Autor und ©

Philip Danuser

Heischerstrasse 21

8915 Hausen am Albis

phida@gmx.ch

## **Titelbild**

Apodemus flavicollis, Foto: © Philip Danuser



## **Dank**

Ein herzlicher Dank geht an Prof. Dr. Klaus Robin für die fotografische Dokumentation der einzelnen Arbeitsschritte und das zur Verfügung gestellte Fotomaterial.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Versuchsplanung	3
2.1	Bewilligungen	3
2.2	Standortauswahl	3
2.3	Untersuchungszeitpunkt	3
2.4	Fallenordnung	4
2.5	Untersuchungsumfang	4
2.6	Genetische Artbestimmung	5
3	Material	6
3.1	Fallentypen	6
3.1.1	Longworth-Lebendfalle	6
3.1.2	Sherman-Lebendfallen	7
3.1.3	Pitfall-Lebendfallen	8
3.2	Bestückung der Fallen	9
3.3	Material für das Handling	10
4	Vorgehen im Feld	10
4.1	Ausbringen der Fallen	10
4.2	Fallenkontrollen	11
4.3	Handling der Tiere	11
4.4	Ablauf der Untersuchung:	12
4.5	Vegetationsaufnahme um Fallenpunkt	16
5	Auswertungen	16
6	Literaturverzeichnis	17
7	Abbildungsverzeichnis	21
	Anhang	22



# 1 Einleitung

Dieser Leitfaden soll einen kurzen Überblick über die Planung und Durchführung von Kleinsäuger-Lebendfängen geben. Mit nützlichen Tipps, auch im Umgang mit den Tieren, soll eine Person, welche eine Untersuchung zum ersten Mal durchführt, angeleitet und an die Besonderheiten und Tücken des Lebendfangs herangeführt werden. Auf die Auswertung der Daten wird in diesem Leitfaden nicht eingegangen.

Der Begriff Kleinsäuger beschreibt keine taxonomische Gruppe. Es ist ein Sammelbegriff für verschiedene Säugetier-Arten, welche über ihr Gewicht definiert werden. Je nach Autor wird die Gewichtsobergrenze für Kleinsäuger verschieden festgelegt (Delany 1974, Stoddart 1979, Merritt 2010). Der Autor hält sich in diesem Leitfaden an die Definition von Delany (1974), welcher Kleinsäuger als nicht flugfähige Säugetiere bis zu 120g Lebendgewicht beschreibt. Mit den in der Folge vorgestellten Methoden zum Kleinsäuger-Lebendfang können Tiere bis zu dem genannten Gewicht gefangen werden.

Häufig werden Kleinsäuger als Schädlinge wahrgenommen. In Obstkulturen oder Waldaufforstungen können Kleinsäuger durch ihre fressende Tätigkeit an Wurzeln oder grünen Pflanzenteilen von Jungpflanzen, mitunter grosse Schäden anrichten (Viro und Niethammer 1985, Hansson 1991, Ebner und Schärer 2001).

Kleinsäuger üben einen wichtigen Einfluss auf ihre Umwelt aus. Nicht nur verschiedene gefährdete Arten wie das Mauswiesel (*Mustela nivalis*), der Feldhase (*Lepus europaeus*) oder der Kiebitz (*Vanellus vanellus*) sind auf direkte oder indirekte Weise abhängig vom Kleinsäuger-Vorkommen in einem Gebiet (Hörnfeldt et al. 1986, Korpimäki et al. 1991, Korpimäki et al. 1994, Schröpfer und Düttmann 2010), sondern auch verschiedene tag- und nachtaktive Greifvögel ernähren sich ausschliesslich oder zu einem grossen Teil von Kleinsäufern (Jenrich et al. 2010). Der Bedeutung von Kleinsäufern im ökologischen Gefüge wird daher von vielen Seiten zu wenig Beachtung geschenkt.

In Waldböden wirken die angelegten Gangsysteme zudem auflockernd und Wasser kann bei starken Niederschlägen durch sie ablaufen (Gurnell 1985). Durch die Anlage von Futterdepots können Kleinsäuger zur Samenverbreitung beitragen, wenn sie die gesammelten Samen bis zum Frühling nicht gänzlich aufgefressen haben. Speziell Wald- und Gelbhalsmäuse (*Apodemus sylvaticus* und *A. flavicollis*) können durch die tierische Nahrung, die sie zu sich nehmen, einen Einfluss auf überwinternde Insekten haben und so Schädlingvorkommen schwächen (Gurnell 1985, Jenrich et al. 2010).

Ein besonderes Phänomen von Kleinsäufern sind die Dichteschwankungen in den Populationen. Die Anzahl Individuen in einem Gebiet variiert über den Jahresverlauf hinweg stark, wobei generell im Herbst die höchsten und im Frühling die tiefsten Dichten zu erwarten sind (Alibhai und Gipps 1985, Flowerdew 1985). Verschiedene klimatische, inter- und intraspezifische Faktoren können zudem dazu führen, dass sich die Populationen über mehrere Jahre hinweg stark vermehren und ihre Dichten in einem Gradationsjahr kulminieren (Krebs und Myers 1974, Boonstra 1994, Hansson 2002, Stenseth et al. 2002).

Durch das Zusammenspiel von Verbreitung, Ab- und Zuwanderung, Territorialität, Wahl des Lebensraums und Populationsdynamik von Kleinsäufern in einem Gebiet können sie als Modellorganismen für andere Arten herangezogen werden. Erkenntnisse aus der Forschung über Kleinsäuger können somit zum besseren Verständnis von Ökosystem- und Landschaftsentwicklungsprozessen in einem grösseren Massstab führen (Barrett und Peles 1999).

Dichteschwankungen von Kleinsäufern über einen längeren Zeitraum sind im Schweizer Mittelland wenig untersucht (z.B. Briner et al. 2006). Dieser Leitfaden soll für weitere Untersuchungen als Einstieg dienen. Gerade eine Institution wie die Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW in Wädenswil ist prädestiniert dazu, mit ihren Studierenden eine Langzeituntersuchung einzuleiten. Durch die Datenerfassung über mehrere Jahre hinweg, könnten die Zusammenhänge zu den Populationszyklen und den –strukturen weiter vertieft und wichtige Erkenntnisse darüber gewonnen werden.

## **2 Versuchsplanung**

### **2.1 Bewilligungen**

Kleinsäugerlebendfänge gelten als Tierversuche. Somit müssen sie vom kantonalen Veterinäramt bewilligt werden. Alle notwendigen Informationen für das Gesuch sind unter folgendem Link zu finden:

<http://www.bvet.admin.ch/themen/tierschutz/00777/03577/index.html?lang=de>

Für Erhebungen in Naturschutzflächen muss zusätzlich eine Bewilligung beim Amt für Naturschutz beantragt werden. Die Fischerei- und Jagdverwaltungen sollten über die Durchführung der Fänge informiert werden.

### **2.2 Standortauswahl**

Die unterschiedlichen Habitatansprüche der Kleinsäugerarten müssen bei der Versuchsplanung berücksichtigt werden. Je nach Fragestellung sind die Untersuchungsflächen entsprechend anzupassen. Das vorgängige Studium der Habitatansprüche der einzelnen Arten ist unerlässlich für den Erfolg der Versuchsdurchführung.

Eine gute Erreichbarkeit kann die mitunter langwierige Fallenkontrolle bedeutend erleichtern, sollte aber die Standortauswahl nicht beeinflussen.

### **2.3 Untersuchungszeitpunkt**

Untersuchungen über das Artenspektrum in einem Gebiet sind im Herbst durchzuführen, da dann die höchsten Dichten im Jahresverlauf zu erwarten sind (Alibhai und Gipps 1985, Flowerdew 1985).

Untersuchungen zu Populationszyklen müssen kontinuierlich über mehrere Jahre hinweg gemacht werden (Stenseth et al. 1998, Tkadlec und Zejda 1998). Mit Vorteil werden sie mehrmals pro Jahr, aber sicher im Herbst durchgeführt (Stenseth et al. 2002). Bei Langzeituntersuchungen sollte zwischen den Fangperioden eine Pause von 3-4 Wochen eingehalten werden. Dadurch wird der untersuchten Kleinsäugergemeinschaft die Möglichkeit gegeben sich wieder von den getätigten Eingriffen zu erholen (Delaney 1974).

## **2.4 Fallenordnung**

Die Anordnung der Fallen hat einen Einfluss auf die Resultate der Untersuchung. Grundsätzlich gibt es die Wahl zwischen Transekten (Fallenlinien) und Grids (Gitteranordnung der Fallen) (Jones et al. 1996, Gurnell und Flowerdew 2006).

Transekte eignen sich für Untersuchungen in denen das Artenspektrum in einem bestimmten Gebiet untersucht wird. Mit einer Gitteranordnung der Fallen lassen sich zusätzlich noch Aussagen zu den Populationsdichten und der räumlichen Verteilung der Tiere im Untersuchungsgebiet machen (Jones et al. 1996, Gurnell und Flowerdew 2006).

Jones et al. (1996) empfehlen einen Fallenabstand von 10-15 Metern. Dieser Fallenabstand wird in vielen Untersuchungen verwendet (Bowman et al. 2001). Gurnell und Flowerdew (2006) passen den Fallenabstand dem Untersuchungsgebiet an und wählen in Grasland 5m und auf Waldstandorten 10-15m Abstand zwischen den einzelnen Fallenpunkten.

Falls über 50% der aufgestellten Fallen besetzt sind, können mehrere Fallen pro Fallenpunkt angeordnet werden. Dadurch wird verhindert, dass ein Tier nicht gefangen wird, weil die Falle schon besetzt ist (Gurnell und Flowerdew 2006).

## **2.5 Untersuchungsumfang**

Mit einer höheren Fallendichte können mehr Individuen und mit einer längeren Dauer eine höhere Anzahl verschiedener Arten nachgewiesen werden (Conrad et al. 2008).

Der Umfang einer Untersuchung sollte mindestens vier, besser aber bis zu acht Nächte dauern (Conrad et al. 2008), wobei in über 120 Untersuchungen die Bowman et al. (2001) überprüft hatten der Median der Untersuchungsdauer bei 3 Nächten lag. Die Dauer einer Untersuchung ist auch abhängig von der eingesetzten Anzahl Fallen. Werden viele Fallen eingesetzt, macht es Sinn, die Dauer je nach Fragestellung der Untersuchung zu verkürzen (Conrad et al. 2008). Die Mindestdauer einer Untersuchung sollte mindestens 200 Fallennächte (Anzahl Fallen x Anzahl Nächte) betragen (Barnett und Dutton 1995).

Neben diesen Empfehlungen ist anzumerken, dass Lebendfänge sehr zeitintensiv sind und der Untersuchungsumfang auch davon abhängt, wie viel

Zeit eingesetzt werden kann. Die Kontrolle von 100 Fallen ist für eine einzelne Person noch gut durchführbar, wenn die Populationsdichte nicht überdurchschnittlich hoch ist. Werden mehr als 100 Fallen kontrolliert oder sind die Populationsdichten sehr hoch, kann eine Fallenkontrolle mehrere Stunden dauern. Damit ein gefangenes Tier nicht zu lange in der Falle ausharren muss, ist die Fallenzahl zum Wohl des Tieres so anzupassen, dass man in wenigen Stunden alle Fallen kontrollieren kann.

## **2.6 Genetische Artbestimmung**

Die phänotypische Artbestimmung folgender Arten ist nach Marchesi et al. (2008) nicht möglich:

- *Apodemus sylvaticus*; *Apodemus flavicollis*; *Apodemus alpicola*
- *Arvicola terrestris scherman*; *Arvicola terrestris italicus*
- *Crocidura suaveolens*; *Crocidura russula*
- *Microtus subterraneus*; *Microtus multiplex*; *Microtus savii*
- *Sorex araneus*; *Sorex coronatus*; *Sorex antinorii*

Für die Artbestimmung dieser Arten muss eine genetische Untersuchung durchgeführt werden. Für die Probenahme siehe Kap. 4.4 Punkt 8

Genetische Artbestimmungen führen unter anderen folgende Institutionen durch:

- ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zentrum Hortikultur, Wädenswil  
Kontakt:  
Marilena Palmisano  
pama@zhaw.ch
- Ecogenics GmbH  
Grabenstrasse 11a  
8952 Zürich-Schlieren  
Kontakt:  
info@ecogenics.ch



## 3 Material

### 3.1 Fallentypen

#### 3.1.1 Longworth-Lebendfalle

Die Longworth-Lebendfalle besteht aus einer Nestbox und einem Eingangstunnel aus Aluminium. Der Tunnel kann von der Nestbox abgenommen werden was den Transport, das Handling der Tiere und die Reinigung der Falle erleichtert. Ausgelöst wird die Falle, indem das Tier am Ende des Eingangstunnels über einen Draht läuft, welcher den Klappmechanismus der Türe auslöst. Die Nestbox bleibt, bei sachgemässer Plazierung, auch bei Regen trocken und kann so das Überleben eines gefangenen Tieres sichern. Longworth-Lebendfallen eignen sich für den Fang von Schläfern, Wühl- und Langschwanzmäusen sowie Spitzmäusen. Bei letzteren ist es möglich, dass sie zu leicht sind um den Schliessmechanismus auszulösen.



**Abbildung 1:** Longworth-Lebendfalle mit geöffnetem Eingangstunnel (Foto: © Philip Danuser)

### 3.1.2 Sherman-Lebendfallen

Sherman-Lebendfallen sind zusammenklappbare Aluminiumkästen. Der Eingang befindet sich an der Stirnseite der Falle. Der Auslösemechanismus besteht aus einer Wippe in der Mitte der Falle. Um die Tiere aus der Falle zu entfernen kann die Seite geöffnet werden.

Spitzmäuse können wie auch in der Longworth-Falle zu leicht sein um den Auslöser zu betätigen. Für den Fang von Wühl- und Langschwanzmäusen eignen sich diese Fallen aber sehr gut.

Wenn der Untersuchungsort schlecht erreichbar ist, sind Sherman-Fallen den Longworth-Fallen vorzuziehen, da sie weniger Platz für den Transport benötigen.



**Abbildung 2:** Sherman-Lebendfallen, die Öffnung befindet sich an der Stirnseite und ist auf dem Bild geschlossen (Foto: © Klaus Robin)

### 3.1.3 Pitfall-Lebendfallen

Pitfall-Lebendfallen bestehen aus einem zylinderförmigen Plastikbehälter der auf einer Seite geschlossen ist. Der Behälter wird senkrecht in den Boden eingegraben wobei die Öffnung auf der Höhe der Bodenoberfläche ist. Um gefangene Tiere vor Regen zu schützen muss über der Behälteröffnung ein Dach angebracht werden. Die Fallen können mit den geeigneten Materialien leicht selber gebaut werden.

Pitfall-Lebendfallen eignen sich v. a. für den Fang von Spitzmäusen. Da die Fallen nicht durch einen Deckel geschlossen sind, können ältere Exemplare der Wühl- und Langschwanzmäuse aus der Falle klettern oder springen. Daher eignet sich dieser Fallentyp nur in Kombination mit Sherman- oder Longworth-Fallen. Das Ausbringen der Fallen ist sehr umständlich und zeitintensiv. Daher sind sie nicht immer einsetzbar.



**Abbildung 3:** Pitfall-Lebendfalle mit Regendach (Foto: © Klaus Robin)

### 3.2 Bestückung der Fallen

Der Aufenthalt in der Falle versetzt die Tiere in eine Stresssituation. Um den Stress zu vermindern müssen die Fallen mit Futter und Nestmaterial bestückt werden.

Um den Nahrungspräferenzen der zu fangenden Tiere gerecht zu werden muss das Futter angepasst werden. Für Langschwanz- und Wühlmäuse kann Nagerfutter eingesetzt werden da dies der hauptsächlich granivoren Nahrung dieser Arten entspricht. Mit Hackfleisch kann der Nahrung der insectivoren Spitzmäuse entsprochen werden (Gurnell 1985, Woodman 1996, Jenrich et al. 2010). Gurnell und Flowerdew (2006) empfehlen für den Spitzmausfang Maden von Schmeissfliegen. Für die Wasserversorgung muss zusätzlich ein Apfelstück in die Falle gelegt werden. Heu oder Stroh in der Falle dient den Tieren als Nestmöglichkeit. Zudem saugt Heu oder Stroh Feuchtigkeit auf und durch die isolierende Wirkung werden gefangene Tiere vor Unterkühlung geschützt

Um Tiere anzulocken können die Köder Erdnussbutter und Mettwurst in die Fallen gelegt werden. Beide Köder entsprechen der Nahrung von Langschwanz-, Wühl-, und Spitzmäusen und verbreiten einen intensiven Geruch der die Tiere anlockt. Diese Köder sind in verschiedenen Untersuchungen erfolgreich angewendet worden (Woodman 1996, Holzgang und Pfunder 2008, Danuser 2011).

Durch das anlocken kann das natürliche Verhalten der Tiere aber verändert werden und die aufgenommenen Daten entsprechen nicht der realen Raumverteilung (Schielly 1996). Wird in der Untersuchung das Hauptaugenmerk auf die Erstellung einer Artenliste in einem bestimmten Gebiet gelegt, ist dieser Umstand unbedeutend oder kann sogar förderlich sein. Werden aber räumliche Verteilung, Territorialität oder Wanderbewegungen untersucht, muss ein stark riechender gegebenenfalls durch einen weniger stark riechenden Köder ausgewechselt werden, da sonst die Resultate beeinflusst würden.

### **3.3 Material für das Handling**

Bei jedem Fallenkontrollgang sind folgende Materialien mitzunehmen:

- Frisches Ködermaterial
- Leder-Handschuhe
- Plastiksack
- Protokoll
- Fotobox oder Lineal
- Fotoapparat
- Federwaage

Wird eine genetische Untersuchung durchgeführt ist zusätzlich folgendes Material mitzunehmen:

- Diethylether
- Lochzange Typ Harvard Apparatus 340140 (2mm)
- Proberöhrchen mit je 1 ml Ethanol 96%
- Desinfektionsmittel
- Plastikhandschuhe für die Untersuchung

## **4 Vorgehen im Feld**

### **4.1 Ausbringen der Fallen**

Die Fallen müssen immer sicher stehen. Aus tierschützerischen Gründen ist es nicht zulässig, dass die Falle mit einem Tier darin kippt oder sogar einen Hang hinunterrollt.

Der Fangerfolg kann mit der richtigen Platzierung der Fallen erhöht werden (Gurnell und Flowerdew 2006). Darum kann im Umkreis von 2m rund um einen vorbestimmten Fallenpunkt der effektive Fallenstandort an eine Kleinstruktur (Totholz, Stein, Busch, Baumstamm etc.) verschoben werden (Jones et al. 1996). Die meisten Arten benutzen Kleinstrukturen in einem Lebensraum als Schutz vor Fressfeinden (King 1985, Schielly 1996).

Eine Methode, um die Tiere an die Fallen zu gewöhnen und in der Untersuchung auch fallenscheue Tiere zu fangen ist, die Fallen zwei Tage vor der Untersuchung an den Fallenpunkten auszubringen. Dabei wird die Tür der Fallen fixiert und offen gelassen. Die Fallen sind dabei die ganze Zeit beködert, wodurch sich die Tiere an die Fallen gewöhnen können. Damit soll die

Wahrscheinlichkeit erhöht werden, dass auch fallenscheue Tiere gefangen werden (Jones et al. 1996, Gurnell und Flowerdew 2006). Diese Vorköderung wird aber in sehr wenigen Untersuchungen durchgeführt und entspricht daher nicht der gängigen Praxis (Bowmann et al. 2001).

Um die Fallen wiederzufinden lohnt es sich Markierungen im Gelände anzubringen. Werden die Fallen nummeriert ist es ausreichend wenn die Anfangs- und Endpunkte der Fallenlinien markiert werden.

## **4.2 Fallenkontrollen**

In den Bewilligungen sind Fallenkontrollen in einem 6 Stundenrhythmus vorgeschrieben (Ausnahmebewilligung nach Art. 22 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz).

Die Überlebenschancen von Spitzmäusen sind in den Fallen nicht sehr gut. Aufgrund ihres hohen Energiebedarfs sind sie ständig auf frische Nahrung angewiesen. Durch die Bestückung kann dies nicht gewährleistet. Deshalb müssen die Kontrollintervalle, wenn Spitzmäuse gefangen werden, auf weniger als sechs Stunden verkürzt werden. Durch diese Anpassung können Totfänge auf ein Minimum reduziert werden (Gurnell und Flowerdew 2006).

## **4.3 Handling der Tiere**

Die Tiere werden durch die Untersuchung einem erhöhten Stress ausgesetzt. Zum Wohl der Tiere ist eine schnelle Abwicklung der Untersuchung wichtig (Casper 2009).

Um die Maus aus der Falle zu entfernen, ist es von Vorteil, einen Lederhandschuh anzuziehen. Mäuse wehren sich gegen die Untersuchung nicht selten mit Bissen. Die Handschuhe bieten Schutz gegen solche Bisse und die eventuelle Ansteckung mit Tetanus oder anderen Übertragungskrankheiten (Gurnell und Flowerdew 2006). Am besten zu handhaben ist eine Maus wenn man sie am Nacken oder an den Schultern packt und dabei die Haut etwas spannt. Meist verhält sich die Maus danach ruhig und man kann die Bestimmungen gezielt vornehmen, ohne die Maus unnötigem Stress aussetzen.

#### 4.4 Ablauf der Untersuchung:

1. Ist eine Falle besetzt, werden alle zur Untersuchung benötigten Materialien bereitgelegt. Ob die Falle besetzt ist erkennt man an einer geschlossenen Fallentür. Es kommt auch vor, dass die Falle geschlossen ist, sich aber kein Tier darin aufhält. In letzterem Fall wird die Falle falls nötig wieder neu beködert und fängig gestellt.
2. Der Falleninhalte wird vorsichtig in einen genügend grossen, durchsichtigen Plastiksack entleert. Klammert sich das Tier in der Falle fest kann dieses durch sanftes aber bestimmtes Schütteln aus der Falle entfernt werden. Speziell Wald- und Gelbhalsmäuse nutzen ihre ausgezeichneten Sprung- und Kletterfähigkeiten dazu den Plastiksack sogleich wieder zu verlassen. Deshalb muss die Öffnung des Sackes wenn immer möglich geschlossen bleiben.
3. Für die Gewichtsbestimmung des gefangenen Tieres ist der Plastiksack mit einer Federwaage (Genauigkeit 1g) mit und ohne Tier zu wägen. Die Differenz der beiden Gewichte ist das Lebendgewicht der Maus. Oft fallen beim Entleeren der Falle noch Köderreste in den Plastiksack. Diese sind unbedingt ebenfalls zu wägen wenn die Maus wieder aus dem Sack entfernt wurde. Wird dies unterlassen stimmt die Gewichtsbestimmung nicht, denn die Köderreste können mehrere Gramm schwer sein.



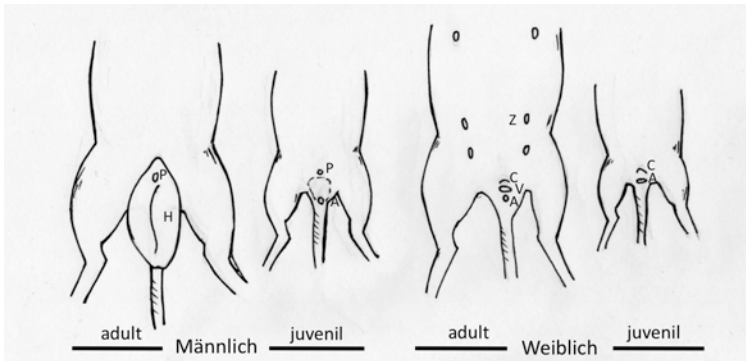
**Abbildung 4:** Gewichtsbestimmung mit einer Federwaage (Foto: © Klaus Robin)

deshalb muss der Plastiksack immer mit dem Körper gegen Wind geschützt werden.

4. Für die Art-, Geschlechts- und Altersbestimmung muss das Tier aus dem Plastiksack entnommen werden.

Für die Artbestimmung ist der Bestimmungsschlüssel von Marchesi et al (2008) beizuziehen.

Das Geschlecht wird anhand der sichtbaren äusseren Geschlechtsorgane bestimmt (siehe Abb. 5).



**Abbildung 5:** Die Unterschiede der äusseren Geschlechtsmerkmale. A=Anus, C=Clitoris, H=Hoden, P=Penis, V=Vagina, Z=Zitzen.

Die Geschlechtsbestimmung bei juvenilen Tieren wird anhand des Abstands zwischen P-A bei männlichen Tieren respektive C-A bei weiblichen Tieren vorgenommen. Bei männlichen Tieren ist dieser Abstand deutlich grösser (Illustration: © Philip Danuser)

Die Altersbestimmung kann ebenfalls anhand der sichtbaren äusseren Geschlechtsorgane vorgenommen werden (siehe Abb. 5). Die einfachste und verlässlichste Methode ist die Tiere nur in die Altersklassen adult (sexuell aktiv) und subadult (sexuell inaktiv) einzuteilen. Adulte Weibchen haben gut erkennbare Milchdrüsen (Zitzen) auf der Bauchseite und adulte Männchen stark vergrösserte Hoden.

Eine detaillierte Altersbestimmung über das Gewicht ist zu ungenau, und eine Eingrenzung anhand der Zähne ist am lebendigen Tier nicht durchzuführen (Gurnell und Flowerdew 2006).



5. Ist die Bestimmung abgeschlossen, ist es von Nutzen die Maus zu fotografieren. Einerseits kann dadurch der Fang „bewiesen“ werden, andererseits können bei Unklarheiten bezüglich der Artbestimmung weitere Abklärungen getroffen werden. Es hat sich bewährt die Tiere in einer Fotobox aus Plexiglas zu fotografieren (siehe Abb. 6). Am Boden dieser Box ist ein Lineal angebracht, mit welchem sich zusätzlich noch die Hinterfuss- und Schwanzlänge messen lassen. Hat man keine solche Box zur Verfügung, kann die Hinterfuss- und Schwanzlänge am lebenden Tier mit einem Lineal gemessen werden.



**Abbildung 6:** Apodemus sp. in der Fotobox  
(Foto: © Klaus Robin)

6. Ist die Untersuchung am lebenden Tier erfolgt, muss es unverzüglich am Fangort freigelassen werden. Danach wird die Falle neu beködert und mit frischem Nestmaterial bestückt. Oft verunreinigen auch Schnecken oder Ameisen das Nest- und Ködermaterial so stark, dass es ausgewechselt werden muss.
7. Jedes gefangene Tier wird in einem Aufnahmeprotokoll mit Datum, Fallnummer und –standort, Fangzeit, Art, Gewicht, Wiederfang vermerkt.
8. Für genetische Untersuchungen werden weitere Materialien gebraucht. Das Tier wird im Plastiksack betäubt. Dazu wird ein mit zehn Tropfen Diethylether getränkter Wattebausch zum Tier in den Plastiksack gelegt. Das Volumen des Plastiksackinhalts wird daraufhin soweit verkleinert, bis das Tier nur noch wenig Platz hat sich zu bewegen. Nach ca. einer Minute beginnt die Maus sich zu putzen und zu wanken. Damit sieht man, dass die Wirkung einsetzt. Das narkotisierte Tier

kann nun mit einem Nackengriff aus dem Sack entfernt werden. Für die genetische Probe wird dem Tier mit einer kleinen Lochzange eine Gewebeprobe aus einem Ohr entnommen. Das Ohr wird daraufhin desinfiziert und das Tier in die Freiheit entlassen. Die Gewebeprobe wird in 96% Ethanol aufbewahrt und an das untersuchende Labor eingesandt. Es ist besonders zu beachten, dass das Tier nicht zu lang narkotisiert bleibt da es sonst sterben kann. Bei sachgemässer Narkose ist das Tier etwa für 5 Minuten betäubt und bewegt sich nur langsam.

9. Wird eine Fang-Wiederfang Untersuchung durchgeführt müssen die gefangenen Tiere markiert werden. Fang-Wiederfang Untersuchungen werden bei Fragestellungen über die Dichte und die Verteilung der einzelnen Arten im Raum vorgenommen (Gurnell und Flowerdew 2006). Eine individuelle Markierung der Tiere beschreibt Hugo (1990) in seiner Methode. Dabei werden die Tiere mit einem Farbcode am Schwanz versehen. Diese Markierungsmethode ist sehr dauerhaft und eignet sich daher auch für mehrjährige Untersuchungen. Eine einfachere Methode wird von Gurnell und Flowerdew (2006) durchgeführt. Dabei wird an bestimmten Orten Körperhaar abgeschnitten. Diese Methode lässt auch eine individuelle Markierung zu, hat aber den Nachteil, dass bei einem nassen Fell die Markierungen nicht mehr klar erkennbar sind. Wenn die Untersuchung nur von kurzer Dauer ist und die individuelle Markierung für die Fragestellung nicht benötigt wird, kann auch die Ventralseite eines gefangenen Tieres mit einem wasserfesten Filzstift markiert werden. Über kurze Zeiträume hinweg können so Tiere als Wiederfänge erkannt werden.

#### **4.5 Vegetationsaufnahme um Fallenpunkt**

Während der Feldarbeit lohnt es sich möglichst viele Daten aufzunehmen. Ein wichtiger Faktor für die Wahl eines Habitats einer Kleinsäugerart ist die Bodenvegetation. Dazu wird die Bedeckung der Bodenvegetation um den Fallenpunkt aufgenommen. Der Bedeckungsgrad der Vegetation kann z. B. mit Hilfe der Skala von Braun-Blanquet erfasst werden (Gurnell und Flowerdew 2006).

Auf Waldstandorten ist die Menge an Totholz ein entscheidender Habitatfaktor (Schielly 1996). Deshalb lohnt es sich auch, bei Untersuchungen auf Waldstandorten die Menge des Totholzes, in einem Gebiet oder um einen Fallenpunkt aufzunehmen. Für Aufnahme-Protokolle sei hier auf die Arbeit von Schielly (1996) verwiesen.

### **5 Auswertungen**

Auf die Auswertung der erhobenen Arbeit wird in diesem Leitfaden nicht eingegangen. In der Fachliteratur sind Anleitungen zu der Auswertungen betr. Dichte, Aktionsradius, Ausbreitung, etc. vorhanden. Diese Anleitungen finden sich unter anderem bei:

- Delaney, M. J.,(1974), The ecology of small mammals, Studies in biology
- Gurnell, J., Flowerdew, J.R., (2006), Live Trapping Small Mammals: A Practical Guide
- Wilson, D. E., Cole, F. R., Nichols, J. D., Rudran, R., Foster, M.S., (1996) Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals

## 6 Literaturverzeichnis

- Alibhai, S. K., Gipps, J. H. W., (1985), The population dynamics of bank voles, 277-313, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. 55, Clarendon Press, Oxford.
- Barnett, A., Dutton, J., (1995), Expedition Field Techniques: Small Mammals (excluding bats), Expedition Advisory Centre, London.
- Barrett, G. W., Peles, J. D., (1999), Small Mammal Ecology: A Landscape Perspective, Landscape Ecology of Small Mammals, Springer-Verlag, New York.
- Boonstra, R., (1994), Populations cycles in microtines: the senescence hypothesis, *Evolutionary Ecology* 8, 196-219.
- Bowman, J., Corkum, C. V., Forbes, G. J., (2001), Spatial scales of trapping in small mammal research, *The Canadian Field-Naturalist* 115, 472-475.
- Briner, T., Favre, N., Nentwing, W., Airoidi, J.-P., (2006), Population dynamics of *Microtus arvalis* in a weed strip, *Mammalian biology* 72, 106-115.
- Casper, R., M., (2009), Guidelines for the instrumentation of wild birds and mammals, *Animal Behaviour* 78/6, 1477-1483.
- Conrad J.M., Baumgardt, J.A., Gipson, P.S., Althoff, D. P., (2008), The influence of trap density and sampling duration on the detection of small mammal species richness, *Acta Theriologica* 53(2), 143-156.
- Danuser, P., (2011), Untersuchung der Aktivitätsrhythmen der Art *Clethrionomys glareolus* mit und ohne interspezifische Konkurrenz von *Apodemus* sp., Semesterarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.

- Delaney, M. J., (1974), The ecology of small mammals, Studies in biology 60, London.
- Ebner, S., Scherer, A., (2001), Die wichtigsten Forstschädlinge Insekten-Pilze-Kleinsäuger, Stocker, Graz-Stuttgart.
- Gurnell, J., (1985), Woodland rodent communities, 377-411, The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice, Symp. zool. Soc. Lond. 55, Clarendon Press, Oxford.
- Gurnell, J., Flowerdew, J.R., (2006), Live Trapping Small Mammals: A Practical Guide, The Mammal Society, London.
- Hansson, L., (1991), Bark consumption by voles in relation to mineral contents, Journal of Chemical Ecology 17/4, 735-743.
- Hansson, L., (2002), Cycles and travelling waves in rodent dynamics: a comparison, Acta Theriologica 47, 9-22.
- Holzgang, O., Pfunder, M., (2008), Leben im Verborgenen – Mäuse und Spitzmäuse im Kaltbrunner Riet, Berichte der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 195-204.
- Hörnfeldt, B., Lögfren, O., Carlsson, B.-G., (1986), Cycles in voles and small game in relation to variations in plant production indices in Northern Sweden, Oecologia 68, 496-502.
- Hugo, A., (1990), Wiederfangerfolg bei Kleinsäufern mit einer neuen Markierungsmethode, Z. Säugetierkunde 55, 421-424.
- Jenrich, J., Löhr, P.-W., Müller, F., (2010), Kleinsäuger, Körper- und Schädelmerkmale - Ökologie, Beiträge zur Naturkunde in Osthessen, Band 47 Supplement 1, Verein für Naturkunde in Osthessen e.V., Fulda.

- Jones, C., McShea, W. J., Conroy, M. J., Kunz, T. H., (1996), Capturing Mammals, 115-156, in *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C..
- King, C. M., (1985), Interactions between woodland rodents and their predators, 219-243, *The ecology of woodland rodents - bank voles and wood mice*, Symp. zool. Soc. Lond. Nr. 55, Clarendon Press, Oxford.
- Korpimäki, E., Norrdahl, K., Rinta-Jaskari, T., (1991), Responses of stoats and least weasels to fluctuating food abundances: is the low phase of the vole cycle due to mustelid predation?, *Oecologia* 88, 552-561.
- Korpimäki, E., Norrdahl, K., Valkama, J., (1994), Reproductive investment under fluctuating predation risk: microtine rodents and small mustelids, *Evolutionary Ecology* 8, 357-368.
- Krebs, C.J., Myers, J. H., (1974), Population cycles in small mammals, *Adv. Ecol.* 8, 267-399.
- Marchesi, P., Blant, M., Capt, S., (2008), *Säugetiere der Schweiz – Bestimmungsschlüssel*, Fauna – Helvetica 22, CSCF & SGW, Neuchatel.
- Merritt, J. F., (2010), *The Biology of Small Mammals*, The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Schielly, B., (1996), Totholz als bedeutendes Habitatelement für Kleinsäuger in Buchenbeständen, Diplomarbeit, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich .
- Schröpfer, R., Düttmann, H., (2010), Artenschutz mit Jagd und Mäusen – das Osnarbrücker Prädationsmodell, *Artenschutzreport* 26, 1-7.
- Stenseth, N., C., Saitoh, T., Yoccoz, N., G., (1998), *Frontiers in Population Ecology of Microtine Rodents: a Pluaristic Approach to the Study of Population Ecology*, *Res. Popul. Ecol.* 40/1, 5-20.

- Stenseth, N., C., Viljugrein, H., Jedrzejewski, W., Mysterud, A., Pucek, Z., (2002), Population dynamics of *Clethrionomys glareolus* and *Apodemus flavicollis*: seasonal components of density dependence and density independence, *Acta Theriologica* 47, 39-67.
- Stoddart, D. M., (1979), *Ecology of small mammals*, Chapman and Hall, London.
- Tkadlec, E., Zejda, J., (1998), Small rodent population fluctuations: The effects of age structure and seasonality, *Evolutionary Ecology* 12, 191-210.
- Viro, P., Niethammer, J., (1990), *Clethrionomys glareolus* – Rötelmaus, S. 109 - 146, in Niethammer, J., Krapp, F., (1990) *Handbuch der Säugetiere Europas, Band I/2, Nagtiere I*, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Wilson, D. E., Cole, F. R., Nichols, J. D., Rudran, R., Foster, M.S., (1996) *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals*.
- Woodman, N., Timm, R. M., Slade, N. A., Doonan, T. J., (1996), A comparison of traps and baits for censusing small mammals in neotropical lowlands, *Journal of Mammalogy* 77, 274-281.

## 7 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Longworth-Lebendfalle mit geöffnetem Eingangstunnel (Foto: © Philip Danuser).....	6
Abbildung 2: Sherman-Lebendfallen, die Öffnung befindet sich an der Stirnseite und ist auf dem Bild geschlossen (Foto: © Klaus Robin)....	7
Abbildung 3: Pitfall-Lebendfalle mit Regendach (Foto: © Klaus Robin)....	8
Abbildung 4: Gewichtsbestimmung mit einer Federwaage (Foto: © Klaus Robin).....	12
Abbildung 5: Die Unterschiede der äusseren Geschlechtsmerkmale. A=Anus, C=Clitoris, H=Hoden, P=Penis, V=Vagina, Z=Zitzen. ....	13
Abbildung 6: Apodemus sp. in der Fotobox (Foto: © Klaus Robin).....	14





## Anhang

- Beispiel für Fangprotkoll

Wiederfang								
Geschlecht								
Alter								
Gewicht (g)								
Art								
Fallennummer								
Standort								
Uhrzeit								
Datum								

