

**Totholz als bedeutendes Habitatelement
für Kleinsäuger
in Buchenbeständen**

von Barbara Schielly

Diplomprofessor: Prof. Dr. Klaus Ewald, ETHZ
Betreuer: Dr. Werner Suter, WSL

*Ich widme diese Arbeit
meiner Familie
und
allen Mäusen auf dieser Welt*

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	1
1. Vorwort	3
2. Danksagung	4
3. Einleitung	5
3.1. Problembeschreibung	5
3.2. Stand der Kenntnisse	6
3.3. Offene Probleme und Fragen	7
3.4. Fragestellung und Hypothesen	8
Fragestellung.....	8
Hypothesen.....	8
3.5. Grundlagen	9
<i>Clethrionomys glareolus</i>	9
<i>Apodemus</i>	9
<i>Sorex araneus</i>	10
4. Material und Methoden	11
4.1. Untersuchungsgebiet	11
4.2. Versuchsflächen	11
4.3. Fangmethodik	12
Fallenanordnung und -präparation.....	12
Fangperioden und -kontrollen.....	13
Leeren der Fallen.....	14
Markierung der Tiere.....	14
Handhabung der Tiere.....	14
Konservierung toter Tiere.....	15
4.4. Aufnahme der Habitatparameter	15
4.5. Strukturdaten	17
4.6. Aufnahme der Witterung	18
4.7. Auswertung	18
5. Resultate	18
5.1. Gesamtfänge aller Flächen	18
Fänge.....	18
Zeitabhängiger Fangerfolg.....	19
Gattung <i>Apodemus</i>	19
5.2. Einfluss des Totholzes	19
Fänge.....	19
Wiederfangrate.....	21
Alter und sexuelle Aktivität.....	22
Gewichtsverteilung.....	22
Geschlechterverhältnis.....	23
Aufenthaltsdauer.....	23

5.3. Einfluss anderer Habitatstrukturen	25
Habitatstrukturen auf den 900m ² - Flächen	25
Habitatmikrostrukturen im Umkreis von 100m ² um den Fallenpunkt.....	26
Habitatmikrostrukturen im Umkreis von 1m ² um den Fallenpunkt.....	26
6. Diskussion	28
7. Ausblick	31
8. Zusammenfassung	32
9. Literaturverzeichnis	33

Adresse der Autorin: Barbara Schielly
Rebacherstrasse 6
8904 Aesch bei Birmensdorf
Tel.: 01/737 45 89
Email: jueba@bluewin.ch

1. Vorwort

Die Erforschung kleiner Tiere erweist sich meist als recht schwierig, da sie nicht direkt sichtbar sind und deshalb Hilfsmittel zu deren „Sichtbarmachung“ gebraucht werden. Viel Geduld ist erforderlich und trotz aller Sorgfalt sind oftmals die Fehlerquoten nicht abschätzbar.

Aus diesen Gründen wird den kleineren Tieren, in meinem Fall den Kleinsäugetern, in der Forschung meist nicht der Stellenwert eingeräumt, den sie wirklich verdienen. Häufig sind es nämlich die kleinen Tiere, die durch ihre oft frühe Position in der Nahrungskette einen grossen Einfluss auf das Ökosystem haben. Vielfach können gerade solche Tierarten als Indikatoren für Umweltveränderungen dienen.

Meine Motivation zur Arbeit mit Kleinsäugetern kam jedoch nicht nur aus diesen Beweggründen. Mich faszinierte vor allem auch dieses „Sichtbarmachen“. Wie ein Detektiv deckt man Karte um Karte auf.

Es überraschte mich sehr, wie populär Mäuse eigentlich sind. Ich wurde von sehr vielen Leuten mit keinerlei ökologischen oder zoologischen Vorkenntnissen auf meine Diplomarbeit angesprochen. Vielen Menschen konnte ich so die Naturschutzproblematik im Wald anhand „meiner kleinen Mäuse“ näherbringen. Das zeigte mir, wie wichtig solche populären Tier- und Pflanzenarten sind, um Leute für den Naturschutz zu sensibilisieren.

Ich hatte während der ganzen Diplomarbeit viel Spass mit diesen kleinen Tieren. Über ihren unbändigen Lebenswillen, mit dem sie gegen mich mit all ihren Möglichkeiten kämpften, musste ich oft lachen. Ich bewundere aber auch ihre Furchtlosigkeit, mit der sie alles Fremde neugierig erkunden. Sie haben es sicher nicht einfach, in dieser Welt mit ihren vielen Gefahren zu überleben. Eines kann ich aber nach den sechs Monaten, die ich mit ihnen „zusammengelebt“ habe, sagen : Sie machen das Beste daraus!

Ihre Barbara Schielly

2. Danksagung

Mein erster Dank gilt Herrn Dr. Werner Suter und Herrn Prof. Klaus Ewald, welche mir die Bearbeitung dieses Themas überhaupt erst ermöglicht haben. Werner Suter danke ich herzlich für die Betreuung.

Ein grosses Dankeschön richtet sich an Dr. Jürg-Paul Müller vom Bündner Naturmuseum in Chur. Er führte mich in die faszinierende Welt der Kleinsäuger ein. Bei ihm durfte ich die praktischen Fertigkeiten des Kleinsäugerfangens und -präparierens erlernen. Ich danke ihm auch für die vielen guten Ratschläge. Danke auch allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vom Bündner Naturmuseum, die mir alle sehr zuvorkommend und freundlich begegnet sind.

Ganz herzlich danke ich ebenfalls Helene Wagner von der WSL in Birmensdorf, die mir bei der statistischen Auswertung viel geholfen hat.

Dann möchte ich all jenen Leuten danken, welche mit dem Sihlwald in irgendeiner Verbindung stehen und mir mit grosser Freundlichkeit und Hilfsbereitschaft begegnet sind. Namentlich seien das das Försterehepaar Reifler, das Försterehepaar Rhyner, Karin Hindelang und Karin Schiegg.

Dem Stadtforstamt Zürich danke ich für die Fahrbewilligung im Sihlwald, ohne die der ganze Fallentransport unmöglich gewesen wäre.

Ein herzliches Dankeschön richtet sich an Wolfgang Schlund und Friederike Scharfe, die mir spontan und bereitwillig Auskunft über ihre Kleinsäugerfangmethoden gaben.

Für die rasche Zustellung der benötigten Wetterdaten danke ich der Meteorologischen Anstalt Zürich.

Der grösste Dank gilt all jenen, die mir spontan und uneigennützig bei der Feldarbeit geholfen haben: Sibylle Borner, Andrea Brandes, Florian Freimoser, Richard Schärer, Edith Schielly, Hanspeter Schielly, Martin Sieber, Marco Soliva, Frank Sunder, Werner Suter, Barbara Zimmermann, Marlen Zürcher.

Martin Sieber und Florian Freimoser danke ich noch speziell für das Fotografieren.

Der letzte und wichtigste Dank gilt meiner Familie: Meinem verstorbenen Vater, dass er in mir das Interesse und die Liebe zur Natur geweckt hat; meiner Mutter für die Geduld beim Zuhören, für die spontane Hilfe, wo immer es auch nötig war und für das grosse Interesse, welches sie meiner Arbeit entgegenbrachte; meinem Bruder für die Hilfe im Feld und für die vielen konstruktiven Vorschläge und Diskussionen. Martin Sieber danke ich von ganzem Herzen für die vielen Anregungen, die tröstenden Worte, wenn einmal etwas nicht klappte und vorallem für die grosse Freude an den Tieren.

Danke auch allen, die ich hier nicht namentlich erwähnt habe und die mir in irgendeiner Art geholfen haben!

Danke den Mäusen für ihre Kooperation!

3. Einleitung

3.1 Problembeschreibung

Der Wald bildet in unserer dicht besiedelten und intensiv genutzten Landschaft für viele Pflanzen und Tiere den einzigen, grossflächig noch mehr oder weniger naturnahen Lebensraum. Der Mensch greift durch die Nutzung jedoch stark in das Ökosystem Wald ein. Die Konsequenz ist, dass grosse, zusammenhängende Waldflächen fragmentiert und in ihrer Struktur massiv verändert wurden. So entspricht der grösste Teil unserer Wälder heute nicht mehr dem natürlichen, ursprünglichen Waldtyp. Im montanen Mittelland wäre das ein Buchen-Weisstannenwald. In den letzten Jahren konzentrierte sich die Forstwirtschaft immer mehr auf die naturnahe Bewirtschaftung. Stufige Waldbestände mit standortgerechten Baumarten werden angestrebt.

Es gibt jedoch ein wichtiges Strukturelement im Wald, das in seiner Menge und Verteilung auch durch die heutige, naturnahere Waldbewirtschaftung nicht dem natürlichen Zustand entspricht: das Totholz. In der Literatur werden Vermutungen geäussert, dass seit Beginn der Neuzeit wohl nie mehr Totholz im Wirtschaftswald verblieben wäre als heute. Diese Vermutungen treffen nach ALBRECHT (1991) sehr wahrscheinlich zu für liegendes Nadel-Schwachholz, für Kronenreisig und Schlagabraum, in Zweifel ziehen müsse man sie jedoch für Laubholz starker Dimensionen und für Totholz im Stamm- und Kronenbereich lebender Bäume.

Durch das Fällen von Bäumen wird einschneidend in den natürlichen Waldzyklus eingegriffen. Mit der hundertprozentigen Nutzung erreicht kaum ein Baum mehr die Alters- und Absterbephase. Bei uns im Mittellandwald dominieren die 80-120jährigen Bestände. Weniger als ein Prozent sind mehr als 160 Jahre alt (aus Schweizer Naturschutz, August 5/92). Aber auch das wenig vorhandene stehende Totholz wird gefällt und durch das Fällen der Bäume wird das am Boden liegende morsche Holz zertrümmert (CAREY & JOHNSON, 1995).

In Nordamerika beträgt der Totholzanteil in bewirtschafteten Wäldern 60% von dem in natürlichen Wäldern (CAREY & JOHNSON, 1995). Das ist für europäische Begriffe relativ hoch. Einige Studien ermittelten in noch vorhandenen Urwaldresten Mittel- und Südosteuropas Totholzvorräte von 50 bis 200 fm pro Hektare (LEIBUNDGUT, 1982, ALBRECHT, 1988, PFARR, 1990; zit. ALBRECHT, 1991). In einer Untersuchung von AMMER (1991) wurden in bewirtschafteten Wäldern eine durchschnittliche Totholzmenge von 1-5 fm pro Hektare festgestellt, also weniger als 10% von dem in Urwäldern vorhandenen (aus Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Merkblätter Waldökologie, Lebensraum Totholz, Nr.45). Urwälder und Wirtschaftsförste unterscheiden sich jedoch nicht nur hinsichtlich der dargebotenen Totholz mengen, sondern vor allem auch in der Vielfalt ihrer Totholztypen (RAUH & SCHMITT, 1991).

Totholz ist also vorallem ein typisches Element von Naturwäldern. ALBRECHT (1991) bezeichnet das Totholz als Indikator für die Reife und Naturnähe von Waldbeständen. Es trägt viel zur Strukturvielfalt in solchen Waldbeständen bei. So wird zum Beispiel durch die liegenden Stämme das Licht kleinräumig differenziert. Oder die erst im Laufe der Jahre zerfallenden Kronen wirken als mechanisches Hindernis gegen eine gleichförmige Verjüngung (BIEBELRIETHER, 1983).

Es gibt viele Organismen, die auf Totholz angewiesen sind. Dazu gehören zellulose- und ligninabbauende Bakterien, viele Insekten (PFARR & SCHRAMMEL, 1991; RAUH & SCHMITT, 1991;), Vögel (CAREY et al., 1991; UTSCHICK, H., 1991), Amphibien (BURY et al., 1991; CORN & BURY, 1991) und vorallem auch Waldbodenkleinsäuger (CAREY & JOHNSON, 1995).

Es ist klar, dass für Tiere, die vom Strukturelement Totholz mehr oder weniger abhängig sind (das sind vor allem kleinere Tiere), die Lebensqualität in bewirtschafteten Wäldern nicht der in Naturwäldern entsprechen kann.

Kleinsäuger sind häufig erdgebunden und haben deswegen und aufgrund ihrer Körpergrösse einen kleinen Aktionsraum (etwa 1000-8000m² für Mäuse; KUCERA, 1970; MAZURKIEWICZ, 1983). Deshalb reagieren sie besonders empfindlich auf bodennahe Standortveränderungen (LEIBL, 1988).

Diese Tiergruppe ist ein wichtiger Bestandteil unserer Fauna. Für viele Reptilien, Vögel und Raubsäuger sind sie eine wichtige Beute. Kleinsäuger ihrerseits erbeuten Invertebraten, eingeschlossen einige Insekten, welche in Waldökosystemen grosse Schäden anrichten können. MACLEOD (1960, zit. KULICKE, 1963) erwähnte sogar die Möglichkeit der biologischen Bekämpfung von Lärchenblattwespen durch das Aussetzen von Spitzmäusen der Art *Sorex cinereus* in Neufundland. Kleinsäuger fressen aber auch Pflanzen, Samen, Früchte, Flechten und Pilze und sind damit wichtige Verbreiter der Samen und zum Beispiel auch der wichtigen Ektomykorrhiza (MASER et al., 1978, zit. ROSENBERG, 1994; CAREY & JOHNSON, 1995).

Kleinsäuger eignen sich auch als Bioindikatoren. In verschiedenen Gebieten Bayerns wurden zum Beispiel Rückstände von Schwermetallen bzw. von Blei und Cadmium in der Leber von Mäusen untersucht (LUBER, 1984, zit. BÄUMLER, 1986). Hierbei konnte in der Regel jedes Individuum einem eng begrenzten Biotop zugeordnet werden. Auch zum Aufdecken von anderen bodennahen Standortveränderungen sind die Kleinsäuger als Indikatoren besonders geeignet (LEIBL, 1988).

Es ist von grosser Wichtigkeit zu zeigen, welche Bedürfnisse diese Tiere haben. Wenn der Lebensraum in seiner Qualität als Schutzbieter und Nahrungslieferant verschlechtert wird, kann das negative Auswirkungen auf viele Kleinsäuger haben. Das kann sich zum Beispiel in massiven Nageschäden zeigen, wie sie bei KÜTHE & KRÄMER (1961) und POSTNER (1961) beschrieben werden.

Vorallem wichtig ist es deshalb, die Aspekte zu untersuchen, die in direktem Zusammenhang mit der Waldbewirtschaftung stehen und durch diese manipuliert und verändert werden. Die Aufgabe dieser Arbeit wird es deswegen sein, den Einfluss der Menge und Verteilung des liegenden Totholzes und anderer relevanter Strukturen auf die Kleinsäugergemeinschaft zu untersuchen.

3.2 Stand der Kenntnisse

Einige Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass für die Waldbodenkleinsäuger kleinräumige Mikrostrukturen von grosser Wichtigkeit sind (BARNETT et al., 1978; DUESER & SHUGART, 1978; GEUSE, 1985; LEIBL, 1988; SCHLUND & SCHARFE, 1993 und 1995; CHETNICKI & MAZURKIEWICZ, 1994; MAZURKIEWICZ, 1994; HAFERKORN, 1994; ROSENBERG et al., 1994; CAREY & JOHNSON, 1995; LEE, 1995).

Die Verteilung der Rötelmauspopulation (Rötelmaus: *Clethrionomys glareolus*) wird bestimmt durch das Angebot und die Verteilung von spezifischen Mikrohabitatvariablen und nicht so sehr durch den Habitattyp und die Patch-Grösse (Makrohabitatvariablen) (CHETNICKI & MAZURKIEWICZ, 1994). DUESER & SHUGART (1978) stellten bei den untersuchten sympatrischen Kleinsäugerarten eine klare Mikrohabitatsegregation fest.

Nach CAREY & JOHNSON (1995) sind die Menge Totholz und die Unterwuchsvegetation die primär wichtigsten Faktoren für die Waldbodenkleinsäuger innerhalb vergleichbarer Waldtypen. Die am Boden liegenden Baumstämme bieten den Kleinsäufern feuchtes Mikroklima, geschützte Wechsel, einen geschützten Eingang zum Gangsystem, Nistplätze und Nahrung in Form von Pilzen, Pflanzen und Invertebraten. Zwar

war die Artenzusammensetzung in den natürlich regenerierten oder bewirtschafteten jungen Wälder ähnlich wie in den altgewachsenen, totholzreicheren Wälder, jedoch waren bei letzteren 1,5mal mehr Individuen vorhanden. In einer anderen Untersuchung waren die Weibchen von einer der untersuchten Kleinsäugerarten (*Antechinus stuartii*) stark mit liegenden Baumstämmen assoziiert (BARNETT et al., 1978). LEE (1995) betrachtete das grobe Totholz als Indikator für Habitatheterogenität. Er stellte fest, dass ein hoher Grad von Habitatheterogenität (also viel grobes Totholz) korreliert ist mit höheren Reproduktionsraten bei 2 der untersuchten Spitzmausarten. Eine dieser Arten wurde auf totholzreichen Flächen auch häufiger gefangen als auf totholzarmen. ROSENBERG (1994) räumte dem Totholz neben anderen wichtigen Waldbodenbedingungen ebenfalls einen wichtigen Stellenwert ein. Grosse Totholzstämme scheinen von den Tieren eher gewählt zu werden als kleinere (HAYES & CROSS, 1987) und stärker verrottete eher als frische Stämme (TALLMON & MILLS, 1994; zit. ROSENBERG, 1994).

In einer Untersuchung in Amerika konnten in bezug auf die Variablen Totholzstammdichte, -volumen und -verteilung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Häufigkeiten der untersuchten Kleinsäugerarten (*Peromyscus leucopus*, *Ochrotomys nuttalli*, *Tamias striatus*) gefunden werden (DUESER & SHUGART, 1978).

Rötelmäuse bevorzugten in einer Studie in Deutschland in Tannen-, Kiefern- oder Fichtenbeständen vor allem unterwuchsreiche Standorte und Standorte mit viel Fallholz, Reisig und Baumstrünken (SCHLUND & SCHARFE, 1993). Von den Gelbhalsmäusen (*Apodemus flavicollis*) wurden in der erwähnten Untersuchung Fallholz und Reisig eher gemieden. In einer späteren Arbeit der gleichen Autoren zeigten jedoch auf unterschiedlichen Sukzessionsstadien in Halbtrockenrasen die Gelbhalsmäuse Präferenzen zu Fallholz und Baumstümpfen, bei den Rötelmäusen hatten Fallholz und Baumstümpfe auf die Habitatwahl keinen Einfluss (SCHLUND & SCHARFE, 1995). Bei GEUSE (1985) bevorzugte die Rötelmaus hohen Farn und viel Totholz am Boden. Die Feld-Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) war überall vorhanden, aber höhere Populationsdichten waren vor allem bei hohen Strauchdichten und dort, wo eine spärliche Bodenbedeckung mit vielen gefallen Ästen vorhanden war, anzutreffen. In einer Studie von GURNELL & LANGBEIN (1983, zit. PLESNER JENSEN & HONESS, 1995) wurden Rötelmäuse ausschliesslich in Fallen unter Büschen, Feld-Waldmäuse jedoch am häufigsten in Fallen entlang von Baumstämmen oder am Grunde von Bäumen gefangen wurden.

Die Verteilung der Rötelmaus in einem Mosaik von Waldhabitaten hängt von der Häufigkeit der Strukturelemente ab, welche als Schutz gegen Prädatoren dienen (MAZURKIEWICZ, 1994). Bei gleicher Populationsdichte der Rötelmaus bewohnten die Tiere grössere Flächen in Habitaten, wo dichter Unterwuchs den Boden einheitlich bedeckte als in Habitaten, die unterwuchsarm waren. In unterwuchsarmen Habitaten lebten die Tiere in hoher Dichte an Stellen mit Unterwuchs.

3.3 Offene Probleme / Fragen

In bewirtschafteten Wäldern ist verglichen mit Naturwäldern die Totholzmenge geringer. Das führt zur Frage, inwieweit das Vorhandensein von Totholz das Ökosystem beeinflusst. Viele Arbeiten untersuchten die Präferenzen verschiedener Kleinsäugerarten für gewisse Mikrostrukturen. Das Strukturelement Totholz wurde bei einigen dieser Arbeiten als Variable miteinbezogen (z.B. DUESER & SHUGART, 1978; SCHLUND & SCHARFE, 1993, 1995). Nur sehr wenige Arbeiten verglichen aber direkt totholzarme Habitate mit totholzreichen Habitaten in der gleichen Waldgesellschaft. Die wohl wichtigsten Arbeiten in diese Richtung sind die schon oben erwähnten Untersuchungen von CAREY & JOHNSON (1995) und LEE (1995). Beide Studien wurden in Amerika in dort üblichen Waldtypen durchgeführt. Es ist

schwierig, diese Ergebnisse auf Gebiete mit anderem Klima und damit anderen Waldgesellschaften und Kleinsäugerarten zu übertragen. In der Schweiz wurde auf diesem Gebiet noch sehr wenig geforscht. Um realitätsnahe Erkenntnisse zu gewinnen, ist es deshalb von grosser Wichtigkeit, solche Untersuchungen unter den hier vorherrschenden Umweltbedingungen und Bewirtschaftungsarten zu machen.

Es ist für eine zukünftige Waldbewirtschaftung, die auch in bezug auf Biodiversität nachhaltig zu sein hat, relevant, wie sich die Totholzmenge und -verteilung in verschiedenen Beständen der gleichen Waldgesellschaft auf die Kleinsäugergemeinschaft auswirkt.

Da die Kleinsäuger auf viele Bodenstrukturveränderungen reagieren und viele dieser Veränderungen mit der Totholzmenge in irgendeiner Verbindung stehen (BIEBELRIETER, 1983), müssen unbedingt neben dem Totholz auch noch andere Strukturen berücksichtigt werden.

Im Schweizerischen Mittelland ist der repräsentative, natürliche Waldtyp die Buchenwaldgesellschaft. Deshalb konzentrierte sich die vorliegende Untersuchung auf diesen Waldtyp.

3.4. Fragestellung und Hypothesen

Fragestellung

Beeinflusst die Menge und Verteilung des liegenden Totholzes (mit Berücksichtigung anderer Habitatstrukturen wie Baumschicht, Strauchschicht und Krautschicht) in verschiedenen, älteren Buchenmischbeständen die Waldbodenkleinsäugergemeinschaft bezüglich Artenzusammensetzung, Individuendichte, Wiederfangrate, sexueller Aktivität, Gewichtsverteilung und Aufenthaltsdauer?

Hypothesen / Erwartungen

- In totholzreicheren Habitaten ist die Individuendichte höher, da mehr geschützte, begehbare Fläche zur Verfügung steht.
- In totholzreicheren Habitaten ist die Verteilung der Tiere gleichmässiger, da sie sich nicht auf wenige, geeignete „Totholzinseln“ beschränken müsse
- Die Artenvielfalt wird in beiden Habitattypen gleich bleiben, da erstens bei uns eine relativ geringe Artenvielfalt vorkommt und zweitens die meisten bei uns vorhandenen Arten eher Generalisten sind.
- In totholzreicheren Habitaten sind Insektivore häufiger, da diesen dort ein riesiges Nahrungsreservoir zur Verfügung steht.
- In totholzreicheren Habitaten ist der Anteil subadulter Tiere kleiner und damit der Anteil sexuell aktiver Tiere höher, da die subadulten, meist sexuell inaktiven Tiere von den stärkeren adulten Tiere in suboptimale Gebiete abgedrängt werden.

3.5. Grundlagen

Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*)

Merkmale

Gehört zu den Wühlmäusen (Arvicolidae). Sie hat deshalb wie alle Wühlmäuse einen walzenförmigen Körper, kleine Augen, kleine Ohren, kurze Beine und einen kurzen Schwanz. Das auffälligste Artmerkmal ist ihre rötlichbraune bis fuchsigrote Fellfärbung.

Lebensraum

Sie kommt vor allem in feuchten Laubwäldern mit dichtem Unterwuchs, Gestrüpp oder dichten Beständen von Beerensträuchern und Farn vor, steigt aber in den Alpen und Pyrenäen bis auf 2000m Höhe.

Ökologie

Sie benutzt oberirdische Laufgänge und unterirdische Röhren und klettert sehr gut. Die Ernährung besteht aus Wurzeln, Blättern, Früchten, Pilzen, auch Insekten und anderen kleinen Wirbellosen.

Sie ist tag- und nachtaktiv, im Sommer jedoch eher nachtaktiv. Die Home range-Grösse beträgt etwa 0.05-0.73 ha. Männchen haben einen grösseren Aktionsradius als Weibchen. Die Populationsdichte beträgt etwa durchschnittlich 10-80 Wühlmäuse pro Hektare. Die Tiere leben gregär.

Die Reproduktionszeit dauert von April bis Oktober. Die Weibchen haben mehrere Würfe mit 3-5 Jungen während der Vegetationsperiode. Die Tragzeit dauert 16-18 Tage. Die sexuelle Aktivität der subadulten Tiere wird unterdrückt durch die Präsenz von adulten Weibchen. Die Lebenspanne beträgt in freier Natur maximal 18 Monate.

(Nach CORBET & OVENDEN, 1982; MACDONALD & BARRETT, 1993)

Waldmäuse (*Apodemus*)

Merkmale

Die Waldmäuse haben allesamt grosse Augen, grosse Ohren, lange Schwänze und grosse, kräftige Hinterfüsse. Als mögliche äussere Artmerkmale gelten das Verhältnis von Körperlänge zu Schwanz- und Hinterfusslänge und die Form der gelblichen Kehlfärbung. Die Unterschiede sind jedoch graduell. Die Artunterscheidung innerhalb dieser Gattung erweist sich deshalb im Feld als sehr schwierig.

Lebensraum

Die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und die Feld-Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) gehören zu den wenigen Kleinsäugerarten, die geschlossenen, unterholzarmen Wald besiedeln. Sie sind sehr anpassungsfähig. *A. flavicollis* kommt eher im Inneren von Wäldern, vorallem in Eichen- und Buchenwäldern vor, wobei *A. sylvaticus* auch Waldränder und gebüschdurchsetzte Flächen besiedelt. *A. flavicollis* kommt in den Alpen bis in 2000m Höhe vor, *A. sylvaticus* nur selten über 1200m.

Ökologie

Charakteristische Bewegungsart ist das Springen auf den Hinterfüssen. Die Waldmäuse sind sehr agil und gute Kletterer. Sie graben kurze Gänge. Hauptnahrung sind öl- und stärkehaltige Samen von Bäumen und Gräsern, Eicheln, Bucheckern, Nüsse und Pilze. Auch Insekten, Spinnen und Schnecken werden gefressen.

Sie sind vorwiegend nachtaktiv. Trächtige Weibchen können jedoch im Sommer auch tagsüber aktiv sein. Die Aktivität ist reduziert bei Mondlicht. Die Home range-Grösse ist sehr variabel. Sie beträgt im Wald durchschnittlich für Männchen rund 0.6 ha, für Weibchen rund 0.2 ha. Die Home range-Grösse wächst mit der sexuellen Aktivität. Die Populationsdichte beträgt 0.25-100 Tiere pro Hektare. Im Winter überlappen die Home ranges und es werden Gemeinschaftsnester benützt. Im Sommer gibt es dominante Männchen, die ein grösseres Home range (z.B. 1.6-2.4ha) haben, in welchem auch untergeordnete Männchen und Weibchen leben.

Die Reproduktionszeit findet von März bis September statt. Die Wurfgrösse beträgt 4-7 Junge. Die Tragzeit dauert 19-20 Tage. Die Lebensspanne beträgt in freier Natur maximal 18 bis 20 Monate.

(Nach CORBET & OVENDEN, 1982; MACDONALD & BARRETT, 1993)

Waldspitzmaus (*Sorex araneus*)

Merkmale

Gehört zu den Rotzahnschneckenmäusen (Soricinae), welche sich durch ihre typischen roten Zahnschnecken, einen einheitlich behaarten Schwanz ohne Wimperhaare und sehr kleine, im Fell verborgene Ohren auszeichnen. Typisch an der Waldspitzmaus ist die dreifarbige Fellfärbung. Der Rücken ist dunkelbraun, die Flankenregion ist beige bis hellbraun und die Unterseite noch heller.

Lebensraum

Sie hat eine grosse, ökologische Anpassungsfähigkeit und kommt in Wiesen, Feldern, Parks, Sümpfen und Wäldern vor, ausser in trockenen Waldtypen. Sie bevorzugt vor allem feuchte und kühle Lebensräume, die dichte Vegetation aufweisen. In den Alpen kann sie bis oberhalb der Baumgrenze leben.

Ökologie

Sie ernährt sich von Insekten, Spinnen und Schnecken. Die Tiere sind vor allem dämmerungs- und nachtaktiv und haben etwa 10 Aktivitätsphasen pro Tag. Die Home range-Grösse beträgt 0.01-0.1 ha. Jedes Home range ist nur von einem einzelnen Tier besetzt. Die Tiere sind solitär und wahrscheinlich territorial.

Die Reproduktionszeit dauert von April bis August. Die Weibchen haben 3-4 Würfe im Jahr. Die Tragzeit dauert 19-21 Tage. Die Lebensspanne beträgt in freier Natur maximal 23 Monate.

(Nach CORBET & OVENDEN, 1982; MACDONALD & BARRETT, 1993)

4. Material und Methoden

4.1. Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung fand in der Naturlandschaft Sihlwald, einem etwa 10km² grossen Wald statt. Er befindet sich ungefähr 10-15km südlich vom Stadtzentrum Zürichs im mittleren Sihltal. Dieser montane Wald dehnt sich vom Ostabhang des Albis (914m ü. M.) bis hinab zur Sihl (464m ü. M.) und auf deren rechten Seite hinauf zum Hügelrücken des Zimmerberges. Der nährstoffreiche, feuchte, aber nur ausnahmsweise nasse Boden des Sihlwaldes entstand durch Verwitterung der, aus mehreren Millionen Jahre alten Sedimenten geformten, oberen Süsswassermolasse. Der Jahresdurchschnitt der Niederschläge beträgt etwa 1400mm. Das Gelände fällt teils steil ab oder bildet ausgeprägte Terrassen, vereinzelt mit kleineren Gegensteigungen (aus SPEICH, 1996).

Es dominieren Buchen-Weisstannengesellschaften, was dem repräsentativen Typ eines Mittellandwaldes entspricht. Daneben kommen aber noch einige andere Waldtypen vor. Der Sihlwald gilt als der grösste, naturnahe Laubmischwald des schweizerischen Mittellandes. Unterschiedliche Bewirtschaftungsarten resp. -intensitäten bewirkten, dass dieser Wald ältere Buchenmischbestände mit unterschiedlicher Totholzmenge aufweist. Im Laufe der nächsten 10 Jahre soll etwa die Hälfte der Gesamtfläche dieses Waldes nicht mehr bewirtschaftet werden. Das Ziel ist es, aus dem Sihlwald einen Naturwald mit kompletten Regenerationszyklen zu machen.

Die Untersuchung wurde in älteren Buchenmischbeständen mit unterschiedlichem Totholzanteil durchgeführt.

4.2. Versuchsflächen

Es wurden 6 Versuchsflächen ausgewählt. Die Versuchsflächen befanden sich alle in älteren Buchenmischbeständen. Jungwuchs- und Dickungsflächen waren deshalb nicht geeignet, weil die Kleinsäuger durch die hohe Bäumchendichte meist genügend Deckung finden und deswegen dort nicht so sehr auf Strukturelemente wie Totholz angewiesen sind. Je 3 der Flächen enthielten eher viel, die anderen eher wenig liegendes Totholz. Es wurde darauf geachtet, dass sich die Versuchsflächen in allen anderen Parametern, wie Neigung, Unterwuchsdichte, Bodenfeuchte, Bestandesalter, u.a. möglichst ähnlich waren.

Da der Sihlwald aus einem Mosaik sich abwechselnder Waldtypen besteht, musste darauf geachtet werden, dass die Versuchsflächen in genügend grossen, älteren Buchenmischbeständen lagen. Nur so war gewährleistet, dass die Kleinsäugergemeinschaft nicht zu stark durch direkt anliegende andere Waldtypen beeinflusst wurde. Die maximale Reichweite einer Rötelmaus beträgt nach ANDRZEJEWSKI & BABINSKA (1986) etwa 300m. Am idealsten wäre also gewesen, wenn um jeden Fallenstandort herum in 300m Umkreis der gleiche Waldtyp, d.h also in meinem Fall Buchenwaldgesellschaften, vorgeherrscht hätten. So wäre gewährleistet gewesen, dass keine Tiere aus umliegenden Waldtypen in die Versuchsflächen gelangten. Da im Sihlwald aber nicht überall so grosse zusammenhängende, ältere Buchenmischbestände vorhanden sind, wurden Bestände gesucht, wo die Bestandesfläche mindestens einer Home range- Grösse der mobilsten Art entsprachen. Für Rötelmäuse fand MAZURKIEWICZ (1983) Home range- Grössen von 1000-7000m². KUCERA (1970) bestimmte einen Aktionsraum für die Gelbhalsmaus von 3000-7900m². Die, die Versuchsflächen enthaltenden, älteren Buchenmischbestände waren alle mindestens in dieser Grössenordnung.

Weiter wurde darauf geachtet, dass die Versuchsflächen nicht an Extremstandorten (z.B. Sumpf, Mulde, Tobel, u.ä.) und nicht direkt am Rande des ausgewählten Buchenmischbestandes lagen.

Die Abstände zwischen den Versuchsflächen wurden so gewählt, dass es keinem Tier möglich sein sollte, von der einen in die andere Fläche zu gelangen. Wie oben erwähnt, entspricht die maximale Reichweite einer Rötelmaus 300m. Bei KUCERA (1970) betrug die maximale Länge eines Gelbhalsmaus- Home ranges 114m, was der maximalen Reichweite dieser Art etwa entsprechen dürfte. Es wurde also darauf geachtet, dass die Abstände zwischen den Versuchsflächen mindestens 300m betragen.

4.3. Fangmethodik

Fallenanordnung und -präparation

Die Tiere wurden mit Aluminium-Lebendfallen des Typs Longworth gefangen (Hersteller: Penlon Ltd, Radley Road, Abingdon, Oxon OX14 3PH England). Diese Fallen bestehen aus einem Tunnel und einer Nistbox.

Als Köder wurden Äpfel, Hundefutter (Büchsenfutter mit Rind und Karotten) und eine Kaninchenfuttermischung (Körnermischung) verwendet. Es wurde bewusst keine Erdnussbutter verwendet, da diese eine zu stark anziehende Wirkung auf die Tiere hat. Dies sollte vermieden werden, da sonst die Bedeutung der Habitatmikrostrukturen auf die Fanghäufigkeit nicht sichtbar gemacht werden kann (z.B. DUESER & SHUGART, 1978). In jede Falle wurde zudem noch ein mit Wasser getränkter Wattebausch und eine Handvoll Heu gegeben.

Zwei Fallenlinien, bestehend aus je 8 Fallen wurden in jede Versuchsfläche gelegt. Der Abstand zwischen den einzelnen Fallen in der Fallenlinie betrug 5m, jener zwischen den beiden Fallenlinien 10m. Die Falle wurde in einem Umkreis von 1m² um den Fallenpunkt herum gesetzt. Sie wurde am günstigsten Punkt, d.h. zum Beispiel an einem Baumstrunk, an ein Mausloch, bei einem Stein, etc., innerhalb dieses Quadratmeters plziert.

Jede Fallenlinie wurde 5m vor dem ersten Fallenpunkt und 5m nach dem letzten Fallenpunkt mit einem weissen Plastikstab gekennzeichnet. Um jeden Plastikstab wurde ein kleines Stück Reflexband gewickelt, damit man die Fallenlinie auch im Dunkeln problemlos finden konnte. Zusätzlich wurde an jedem Stab ein kleines Schild mit Adresse und Versuchsbeschreibung befestigt.

Jeder Fallenpunkt wurde mit einem etwa 25cm hohen Holzstäbchen gekennzeichnet. Für die bessere Sichtbarkeit wurde jedes Stäbchen an der Spitze mit farbigem Isolierband und ebenfalls mit einem Stück Reflexband umwickelt.

Die Vorteile der Fallenlinie im Vergleich zur Anordnung in einem Gitterraster wurde schon von READ et al. (1988) diskutiert. So hängt der Fangerfolg bei Fallenlinien viel weniger stark von den Fallenabständen ab als bei Gitterrasteranordnungen, wo der Fallenabstand im umgekehrter Relation steht zur gemessenen Kleinsäugerdiversität. DELANY (1974) schrieb, dass vorallem für Vergleiche zwischen verschiedenen Habitaten die Kenntnis der relativen Häufigkeit genügt. Und dazu sind Fallenlinien ausgezeichnet geeignet. Ein weiterer Punkt ist, dass der Arbeitsaufwand beim Kontrollieren der Fallen in Fallenlinien wesentlich geringer ist. Auch die Störung des Habitats durch die Untersuchenden ist kleiner als bei Gitterrasteranordnungen, da beim Fallenkontrollieren nicht ganze Flächen zertrampelt werden.

STICKEL (1948) diskutierte jedoch auch einen negativen Punkt. Sie stellte fest, dass die Habitatvergleiche, die auf Fallenlinien-Resultaten basieren, verzerrt sind und sich falsche Individuendichten präsentieren. Dies trifft ein, wenn sich aufgrund der Habitatunterschiede

die Home range-Grösse der Tiere unterscheiden. Sie räumte jedoch ein, dass, wenn Unterschiede mit dieser Fallenlinien-Methode aufgezeigt werden können, diese Unterschiede wirklich existieren, weil der Fehler mit dieser Methode die Unterschiede eher verkleinert als übertreibt.

Es wurde darauf geachtet, dass sich die Fallenlinien nicht gerade am Rande des gewählten Buchenmischbestandes befinden (was schon durch die Auswahl der Versuchsfläche gegeben ist).

Der im Sihlwald gewählte Fallenabstand von 5m ist für Wälder relativ kurz, wird jedoch neben dem 10m-Abstand für Untersuchungen mit Kleinsäugetern sehr häufig benützt. READ et al. (1988) stellten fest, dass 33% von 24 Untersuchungen Fallenlinien mit einem Fallenabstand von 3-20m benützten, wobei bei der Hälfte der Untersuchungen 5-10m Fallenabstand gebraucht wurde. Auch SOUTHERN (1964, zit. DELANY, 1974) schlug einen Fallenabstand von 5-10m vor. Ich entschied mich für den kürzeren Abstand von 5m, weil in einem Fangvorversuch eine grosse Individuendichte festgestellt wurde.

Fangperioden und -kontrollen

Zwischen Juni und August 1996 fanden 5 Fangperioden mit je etwa 2 Wochen Abstand statt (Fangperiode 1: 10.-15. Juni; Fangperiode 2: 24.-29. Juni; Fangperiode 3: 15.-20. Juli; Fangperiode 4: 29. Juli-3. August; Fangperiode 5: 12.-17. August). In einer Fangperiode wurde zuerst nur immer auf 3 Flächen zusammen und danach auf den anderen drei während 2 Tagen gefangen. Eine Fangperiode bestand demnach eigentlich aus 2 Teilfangperioden, sodass eine Fangaktion immer 4-5 Tage dauerte. Es war notwendig, die Flächen aufzuteilen, da es alleine oder höchstens zu zweit nicht möglich war, auf allen 6 Flächen gleichzeitig zu fangen.

BARNETT & DUTTON (1995) fanden, dass 200 Fallennächte (Anzahl Fallen x Anzahl Fangnächte) pro Fangperiode ein gutes Minimum seien. Meine Fangperioden beinhalteten je 192 Fallennächte (96 Fallen x 2 Fangnächte).

Ein Abstand von 3-4 Wochen zwischen den Fangperioden empfahl DELANY (1974). Ein kürzerer Abstand hätte zur Folge, dass die Tiere keine Zeit hätten, sich nach der Störung, die durch das Fallenkontrollieren entsteht, zu erholen. Bei meiner Untersuchung wurde ein Abstand von nur 2 Wochen zwischen den Fangperioden eingehalten, da die Untersuchung unter einem gewissen Zeitdruck stand.

Die Fallen wurden alle 12 Stunden, immer um 6 Uhr morgens und 18 Uhr abends, kontrolliert. Vom Bundesamt für Veterinärwesen (BVET) werden Kontrollen alle 3 Stunden aus tierschützerischen Gründen gefordert (Richtlinie Tierschutz 4.03: Fang, Immobilisation und Markierung freilebender Wildtiere für wissenschaftliche Untersuchungen und Bestandenserhebungen; ausgearbeitet vom BVET und BUWAL).

Da dies vom Aufwand her wegen der grossen Fallenzahl, der Flächenanzahl und dem „Personalmangel“ unmöglich war, und die Störung im Gebiet dadurch grosse Ausmasse erreicht hätte, wurden in einem Vorversuch die Fallen zumindest alle 6 Stunden kontrolliert. Da auch dieser Kontrollabstand nicht eingehalten werden konnte (ein Kontrollgang allein dauerte schon 5 Stunden!) und keinerlei Totfänge verzeichnet wurden, entschied ich mich für die Kontrolle alle 12 Stunden. Es wurden denn auch in den folgenden Fangperioden praktisch keine Totfänge oder erschöpfte Tiere festgestellt. Ich achtete immer darauf, dass genug Futter und Wasser in den Fallen war, damit die Tiere ohne Probleme die maximale 12 Stunden-Gefangenschaft überstehen konnten.

Leeren der Fallen

Beim Leeren der Fallen wurde darauf geachtet, dass diese immer in der gleichen Reihenfolge kontrolliert wurden. Fallen, welche offen und leer waren, wurden mit einem neuen Wattebausch mit Wasser versehen, damit genügend Flüssigkeit für die gefangenen Tiere vorhanden war. Neu geködert wurden diese Fallen jedoch nicht.

Bei Fallen, die geschlossen waren, wurde der Boxinhalt in einen durchsichtigen Plastiksack geleert. Dazu musste der Tunnel gelöst und der Inhalt „sanft“ hinausgeschüttelt werden. Es empfahl sich dabei, zwei Plastiksäcke übereinander zu benützen, da diese häufig von den Tieren durchgebissen oder -gekratzt wurden. Die geleerten Fallen wurden mit Heu geputzt und frisch geködert.

Markierung der Tiere

Die Tiere wurden am Ohr mit Fischmarken, sogenannten fingerling-fish-tags, markiert (Hersteller: Firma Chevillot S.A., Z.I. St. Antoine, 81011 ALBI Cedex 09, Frankreich)

Diese Markierungsmethode haben auch schon STICKEL (1948) und SCHLUND & SCHARFE (1993 und 1995) erfolgreich angewendet. Sie garantiert eine einwandfreie, individuelle Markierung. Die Tiere werden dadurch kaum beeinträchtigt. Nur bei einem Tier konnte eine leichte Entzündung am Ohr festgestellt werden. Einziger Nachteil war, dass einige Tiere, vor allem die kleinohrigeren Rötelmäuse, die Ohrmarken verloren (Waldmäuse: 21 Tiere; Rötelmäuse: 32 Tiere). Trotzdem konnten sie wegen des typisch ausgeschlitzten Ohres eindeutig als Wiederfang bestimmt werden.

Es war ratsam, diese Markierung von zwei Personen zusammen durchführen zu lassen. Dabei nahm eine Person das Tier mit einem kräftigen Nackengriff aus dem Sack, während die andere mit der Zange die Marke an einem Ohr befestigte. Als Schutz gegen die Bisse der Tiere und um die dadurch vorhandene Infektionsgefahr zu reduzieren, wurden Handschuhe getragen. Die Marke wurde immer am gleichen Ohr befestigt, damit die Tiere auch bei Verlust der Marke als Wiederfang identifiziert werden konnten.

Bei einem Vorversuch wurden auch die Markierung durch Fellabschneiden an verschiedenen Körperstellen und durch Färben des Felles mit Acrylfarbe ausprobiert. Mit dem Fellabschneiden wurden bei Wald- und Rötelmäusen schon gute Ergebnisse erreicht (TWIGG, 1975). Diese beiden Markierungsmethoden bewährten sich jedoch nicht. Die Farbe wurde offensichtlich von den Tieren wieder abgestreift. Die kahlen Körperstellen beim Fellabschneiden konnten bei nassen Tieren nicht mehr eindeutig zugeordnet werden.

Handhabung der Tiere

Art und Gewicht (mittels Federwaagen auf 0.5g genau) wurden bestimmt, während sich das Tier noch im Sack befand. Dann wurde es herausgenommen, markiert, und das Geschlecht, das Alter und die sexuelle Aktivität wurden bestimmt.

Beim Alter wurde nur zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden, was anhand der Grösse, des Gewichtes und der Körperproportionen einwandfrei möglich war.

Als sexuell aktiv galten Männchen mit grossen, sichtbaren Hoden und Weibchen mit einer offenen Vagina, Anzeichen von Trächtigkeit oder mit milchproduzierenden, klar sichtbaren Zitzen. Vor allem bei den Weibchen war die Bestimmung der sexuellen Aktivität jedoch für mein ungeübtes Auge relativ schwierig, so dass sehr wahrscheinlich beträchtliche Fehlbestimmungen vorkamen. Eine gute Hilfe mit verständlichen Beschreibungen und Abbildungen war das Heft von GURNELL & FLOWERDEW (1994).

Bei schon markierten Tieren wurde die Ohrmarkennummer abgelesen und notiert. Häufig war die Nummer durch Verschmutzung unlesbar, aber meist genügte es dann, sie mit etwas Wasser zu reinigen.

Bei der Gattung Apodemus wurden zusätzlich mit einem Metallmasstab die Körperlänge, Schwanzlänge und Hinterfusslänge gemessen und die Form des Kehlflecks und der Übergang von Rücken- zu Bauchfärbung notiert, um später die Art zu bestimmen. Am Schluss wurden die Tiere beim Fallenpunkt wieder freigelassen.

Konservierung toter Tiere

Tiere, die in den Fallen tot aufgefunden wurden, wurden ebenfalls bestimmt und gewogen und für einen eventuellen späteren Gebrauch in Konservierungslösung aufbewahrt. Als Konservierungslösung diente eine 2-Phenoxy-Ethanol-Lösung, welche der Standardlösung des Bündner Naturmuseums in Chur entspricht (Jürg P. Müller, persönliche Mitteilung). Insgesamt wurden 2 tote Rötelmäuse, 2 tote Waldmäuse und 1 tote Waldspitzmaus konserviert. 3 Tiere waren Totfänge, die anderen wurden frisch tot im Wald gefunden.

4.4. Aufnahme der Habitatparameter

Die Habitatvariablen wurden etwas modifiziert übernommen aus DUESER & SHUGART (1978) und SCHLUND & SCHARFE (1993).

Die Bedeckungsgrade wurden mit der Zahlenskala nach BRAUN-BLANQUET (1964) berechnet.

Aufnahme der Habitatstrukturen in der gesamten Versuchsfläche:

Als Versuchsfläche im eigentlichen Sinn wurde die Fläche betrachtet, die von den 16 Fallen bedeckt wurde, sowie aussen ein 5m breiter Streifen. Das ergab eine Fläche von 900m² (20m x 45m).

In jeder der Versuchsflächen wurde das liegende Totholzgesamtvolumen und die Totholzanzahl erfasst. Als liegendes Totholz wurden alle liegenden Stämme und Äste bezeichnet, die mindestens einen Durchmesser von 7.5cm aufwiesen. Diesen Mindestdurchmesser von 7.5-8cm wählten auch DUESER & SHUGART (1978), SCHLUND & SCHARFE (1993,1995) sowie LEUBA (1996). Der Aufwand, auch kleineres Totholz quantitativ aufzunehmen, wäre im Rahmen dieser Arbeit zu gross gewesen. Bei allen in Frage kommenden Totholzstämmen und -ästen wurden dabei Länge und Durchmesser so exakt wie möglich bestimmt. Die Zahl und das Gesamtvolumen der Baumstrünke wurde ebenfalls bestimmt.

Zudem wurden in allen 6 Versuchsflächen der Bedeckungsgrad der verschiedenen Vegetationsschichten (Baumschicht, Schicht junge Bäume >2.0m, Strauchschicht, Krautschicht), das Licht am Boden (in 3 Stufen), die Exposition, die Neigung (in 3 Stufen), das Vorhandensein von offenem Wasser und die Umgebung erfasst.

Aufnahme der Habitatsstrukturen um die Fallenpunkte in 100m²:

Es wurden folgende Habitatstrukturen in 100m² um jeden Fallenpunkt herum aufgenommen:

- Gesamtvolumen, Gesamtanzahl und Bedeckungsgrad des liegenden Totholzes mit einem Durchmesser von mindestens 7.5cm

- Distanz vom Fallenpunkt bis zum nächsten liegenden Totholzstamm oder -ast mit einem Durchmesser von mindestens 7.5cm
- Gesamtvolumen, Gesamtanzahl und Bedeckungsgrad der Baumstrünke mit einem Durchmesser von mindestens 7.5cm
- Distanz vom Fallenpunkt bis zum nächsten Baumstrunk mit einem Durchmesser von mindestens 7.5cm
- Bedeckungsgrad des liegenden Totholzes mit Durchmesser von weniger als 7.5cm
- Anzahl der Asthaufen mit einem Durchmesser von mindestens 1m
- Distanz vom Fallenpunkt bis zum nächsten Baum mit einem Brusthöhendurchmesser auf von mindestens 7.5cm
- Anzahl der Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser von mindestens 7.5cm
- Anzahl der jungen Bäume über 2.0m Höhe mit einem Brusthöhendurchmesser in von weniger als 7.5cm
- Bedeckungsgrad der Sträucher und jungen Bäume, nach Höhenklassen (B1: bis 0.5m, B2: 0.5-1.0m, B3: 1.0-2.0m, B4: über 2.0m mit einem Brusthöhendurchmesser von weniger als 7.5cm)
- Bedeckungsgrad der Beersträucher (z.B. Himbeeren), des Grases und der restlichen Krautschicht

Aufnahme der Habitatstrukturen um die Fallenpunkte in 1m²:

Es wurden folgende Habitatstrukturen in 1m² um jeden Fallenpunkt herum aufgenommen:

- Bedeckungsgrad des liegenden Totholzes mit einem Durchmesser von mindestens 7.5cm
- Bedeckungsgrad des liegenden Totholzes mit einem Durchmesser von weniger als 7.5cm
- Bedeckungsgrad der Baumstrünke
- Anzahl der Bäume mit einem Durchmesser von mindestens 7.5cm
- Bedeckungsgrad der Baumschicht bis in 5m Höhe
- Bedeckungsgrad der Sträucher und jungen Bäumen, nach Höhenklassen (B1: bis 0.5m, B2: 0.5-1.0m, B3: 1.0-2.0m, B4: über 2.0m mit einem Brusthöhendurchmesser von weniger als 7.5cm)
- Bedeckungsgrad der Beersträucher, des Grases, der restlichen Krautschicht, des Moooses und der Laubstreu

4.5. Strukturdaten

Die grobe Charakterisierung der einzelnen Flächen kann aus Tab.1 herausgelesen werden:

Fläche 1 ist sehr totholzarm, weist jedoch eine ansehnliche Anzahl Baumstrünke auf. Sie besitzt eine stark ausgeprägte Schicht junger Bäume >2m Höhe. Der Unterwuchs fehlt praktisch ganz. Es befindet sich ein Tobel in unmittelbarer Nähe der Fläche.

Fläche 2 ist die strukturreichste der totholzarmen Flächen. Auf ihr befindet sich wenig stärkeres Totholz und wenig Baumstrünke. Dafür besitzt sie eine nicht unbedeutende Menge kleineres Totholz. Stellenweise hat sie eine gut ausgeprägte Schicht junger Bäume >2m Höhe. Dort ist der Unterwuchs schwach ausgebildet. Stellenweise lässt die Baumschicht und die Schicht junger Bäume viel Licht auf den Boden und dort ist eine starke Strauch- und Krautschicht vorhanden.

Fläche 3 hat abgesehen von einem grösseren Totholzstamm ebenfalls wenig Totholz und sehr wenig Baumstrünke. Stellenweise hat sie jedoch einiges kleineres Totholz. Die Baumschicht ist hallenartig ausgeprägt. Die Schicht junger Bäume >2m Höhe fehlt praktisch ganz. Dafür ist stellenweise die Strauchsicht relativ gut ausgebildet. Die Krautschicht ist nur sehr schwach vorhanden. In der Umgebung ist die Schicht junger Bäume >2m Höhe stellenweise besser ausgeprägt. Auch hier befindet sich ein Tobel in nächster Umgebung.

Fläche 4 ist die strukturreichste aller Flächen. Sie besitzt zwar von den totholzreichen Flächen am wenigsten Totholz. Auf ihr befinden sich nur 2 wirklich grosse Totholzstämme, der Rest besteht aus Totholzästen und kleinerem Totholz. Es hat hier jedoch recht viele grössere Baumstrünke. Die Baumschicht ist ziemlich stark ausgeprägt, lässt aber an einer grösseren Stelle auch wegen der eher schwach ausgebildeten Schicht junger Bäume >2m Höhe viel Licht auf den Boden. An dieser Stelle ist eine dichte Krautschicht sichtbar. Stellenweise hat es auch eine gut ausgebildete Strauchsicht. Ausser an einer Stelle ist die Schicht junger Bäume >2m Höhe nur schwach vorhanden.

Fläche 5 besitzt viel stärkeres Totholz, viele kleinere Baumstrünke und stellenweise viel kleineres Totholz. Abgesehen von einer kleinen, lichter Stelle ist die Schicht junger Bäume >2m gut ausgeprägt. Die Strauch- und Krautschicht beschränkt sich mehr oder weniger auf diese lichtere Stelle. Durch die Fläche hindurch fliesst ein schmales Bächlein, welches aber nur z. B. nach Regen etwas Wasser führt.

Fläche 6 ist die totholzreichste aller Fläche. Auf ihr befinden sich viele starke Totholzstämme und grosse Baumstrünke. Es ist auch die steilste und feuchteste aller Flächen. Sie besitzt eine stark ausgebildete Schicht junger Bäume >2m Höhe und stellenweise eine gute Strauchsicht. Die Krautschicht ist nur schwach vorhanden.

Die Strukturdaten, im Umkreis von 100m² und 1m² um die Fallenpunkte herum, können im Anhang 1 und 2 eingesehen werden.

Tab.1: Grobe Charakterisierung der Flächen auf 900m² bezogen

Fläche	Tv 900	Ta 900	Bv 900	Ba 900	Tk 900	Baum 900	Baes 900	Strau 900	Krau 900	Li 900	Neig 900	Was 900	Umg 900
1	0.1208	7	0.8959	18	1	4	5	1	0	1	1	0	2
2	0.4852	45	0.5102	15	3	4	4	3	2	2	2	0	1
3	0.6407	16	0.3599	12	2	5	1	3	1	1	2	0	2
4	2.4737	72	1.5582	18	3	5	2	4	3	2	1	0	2
5	5.8976	97	0.9185	28	3	4	4	2	1	2	2	1	2
6	14.103	99	2.1667	18	2	4	5	3	1	2	3	0	1

Legende: **Tv** Totholzgesamtvolumen in m³; **Ta** Totholzanzahl; **Bv** Baumstrunkgesamtvolumen in m³; **Ba** Baumstrunkanzahl; **Tk** Bedeckungsgrad kleineres Totholz (< 7.5cm Durchmesser); **Baum** Bedeckungsgrad Baumschicht; **Baes** Bedeckungsgrad junge Bäume > 2.0m; **Strau** Bedeckungsgrad Sträucher und junger Bäume < 2.0m; **Krau** Bedeckungsgrad Krautschicht; **Li** Licht am Boden (1 wenig, 2 durchmischt, 3 viel); **Neig** Neigung (1 flach, 2 leichte Steigung, 3 mittlere Steigung, 4 steil); **Was** Offenes Wasser (0 nicht vorhanden; 1 vorhanden); **Umg** Umgebung (1 ähnlich, 2 leicht verschieden, 3 stark verschieden)

4.6. Aufnahme der Witterung

Bei jeder Fallenkontrolle wurde die momentane Witterung mit Temperatur, Bewölkung, Niederschlagstyp, Niederschlagsstärke und Witterungsverlauf seit der letzten Fallenkontrolle notiert. Das diente dazu, dass bei eventuellem unterschiedlichem Fangerfolg von Fangperiode zu Fangperiode der Einfluss des Wetters untersucht werden konnte.

4.7. Auswertung

Für den Vergleich von Häufigkeiten wurde der Chi²-Test angewendet. Verteilungen (von normalverteilten Daten) wurden mittels t-Test miteinander verglichen. Für die Auswertung der Habitatstrukturen in bezug auf die Kleinsäugerhäufigkeiten wurden für die 900m²-Strukturdaten eine Faktorenanalyse mit anschließender Pearson Korrelation, für die 100m²- und 1m²- Strukturdaten eine multiple Regressionsanalyse gemacht.

5. Resultate

5.1. Gesamtfänge aller Flächen

Fänge

Es wurden insgesamt 3-4 Arten gefangen: 1-2 Arten Waldmäuse (*Apodemus flavicollis* u. *sylvaticus*), Rötelmäuse (*Clethrionomys glareolus*) und eine Waldspitzmaus (*Sorex araneus*).

Total konnten 905 Fänge (= Erstfänge plus Wiederfänge), davon 381 Erstfänge (=Fang eines unmarkierten Tieres) verzeichnet werden (Tab.2). Es wurden signifikant häufiger Waldmäuse gefangen als Rötelmäuse (Erstfänge: $\chi^2=17.494$, $p<0.001$; Fänge: $\chi^2=21.5$, $p<0.001$).

In den folgenden Auswertungen wird die einzige gefangene Waldspitzmaus nicht mehr berücksichtigt.

Tab.2: Fänge

Apodemus			Clethrionomys		
Erstfänge	Wiederfänge	Fänge	Erstfänge	Wiederfänge	Fänge
247	303	550	133	221	354

Insgesamt wurden nur 5 Totfänge (0.55%) verzeichnet (2 Rötelmäuse, 2 juvenile Waldmäuse, 1 Waldspitzmaus).

Auf Fläche 6 gab es dreimal Mehrfachfänge. Im Vorversuch waren 2 juvenile Waldmäuse in der gleichen Falle. Im zweiten Fall wurden 3 Tiere aus der gleichen Falle befreit, ein adultes Waldmausmännchen und 2 juvenile Waldmäuse. Die beiden juvenilen Waldmäuse waren dabei vom adulten Männchen getötet worden (oben als Totfänge erwähnt). Im dritten Fall waren ein adultes Waldmausmännchen und ein adultes Waldmausweibchen zusammen in einer Falle.

Wiederfänge waren mit einer einzigen Ausnahme auf derselben Fläche wie der Erstfang; ein adultes Waldmausweibchen wechselte von Fläche 1 auf Fläche 2 (zurückgelegte Distanz: ca. 250m, mit 2 Wanderwegen dazwischen).

Zeitabhängiger Fangerfolg

Es wurden signifikant mehr Waldmäuse nachts (482 Tiere) als am Tag (64 Tiere) gefangen ($\chi^2=187.473$, $p<0.001$).

Bei den Rötelmäusen waren die Anzahl Fänge nachts und am Tag ausgeglichener (nachts: 197 Tiere, tagsüber: 157 Tiere; $\chi^2=2.267$, $p=0.132$).

Zwischen den Fangperioden gibt es bei der Anzahl Fänge beider Arten keine wesentlichen Unterschiede. In den ersten beiden Fangperioden wurden bei beiden Arten am meisten Tiere gefangen. Am wenigsten Tiere wurden bei beiden Arten in der dritten Fangperiode gefangen. Der Verlauf der Anzahl Fänge beider Arten verhält sich auf allen Flächen zwischen den Fangperioden ähnlich.

Da die wetterbedingten Unterschiede gering sind, wurde auf eine genaue Auswertung verzichtet.

Gattung Apodemus

Die Tiere der Gattung *Apodemus* konnten bei einer explorativen Diskriminanzanalyse nicht in zwei klare Gruppen unterteilt werden. Aus Zeitmangel wurde auf eine feinere Auswertung verzichtet. Es scheint so, dass die aufgenommenen Merkmale nicht zu einer klaren Artbestimmung reichen. BOTSCHAFTER (1963) stellte in einer Untersuchung mit über 3000 Gelbhalsmäusen und Feld-Waldmäusen fest, dass Merkmale wie Form der Fronto-Parietal-Naht, Ab- oder Anwesenheit des Kehlflecks, Verhältnis der Körper- und Schwanzlänge und die Ausbildung der Gehörknöchelchen keinen Wert als Unterscheidungsmerkmal haben. Als wichtigste Unterscheidungsmerkmale gelten für ihn die Schädeleigenschaften.

Die gefangenen Tiere der Gattung *Apodemus* bestehen aller Wahrscheinlichkeit nach aus Gelbhalsmäusen (*Apodemus flavicollis*) und Feld-Waldmäusen (*Apodemus sylvaticus*).

Wenn im weiteren Verlauf von Waldmäusen gesprochen wird, ist dabei die Gattung *Apodemus* gemeint. Wegen der Einfachheit wird diese Gattung von jetzt an als Art der Art *Clethrionomys glareolus* gegenübergestellt.

5.2. Einfluss des Totholzes

Fänge

Waldmäuse wurden auf den totholzreichen Flächen (Flächen 4-6) signifikant häufiger gefangen als auf den totholzarmen Flächen (Flächen 1-3) ($\chi^2= 14.158$, $p<0.001$; Abb.1). Allerdings ist nur die Anzahl Wiederfänge signifikant höher ($\chi^2=17.287$, $p<0.001$) auf den totholzreichen Flächen nicht jedoch die Erstfanghäufigkeit ($\chi^2= 1.071$, $p=0.301$).

Rötelmäuse wurden auf den totholzreichen Flächen nicht signifikant häufiger gefangen als auf den totholzarmen Flächen ($\chi^2= 1.637$, $p=0.201$). Auch der Unterschied bei den Erstfängen ist zwischen totholzreich und -arm nicht signifikant ($\chi^2= 0.845$, $p=0.358$). Es wurden auf den totholzarmen Flächen sogar etwas mehr Rötelmauserstfänge gemacht als auf den totholzreichen. Wiederfänge waren jedoch auf den totholzreichen Flächen signifikant häufiger ($\chi^2=5.488$, $p=0.019$).

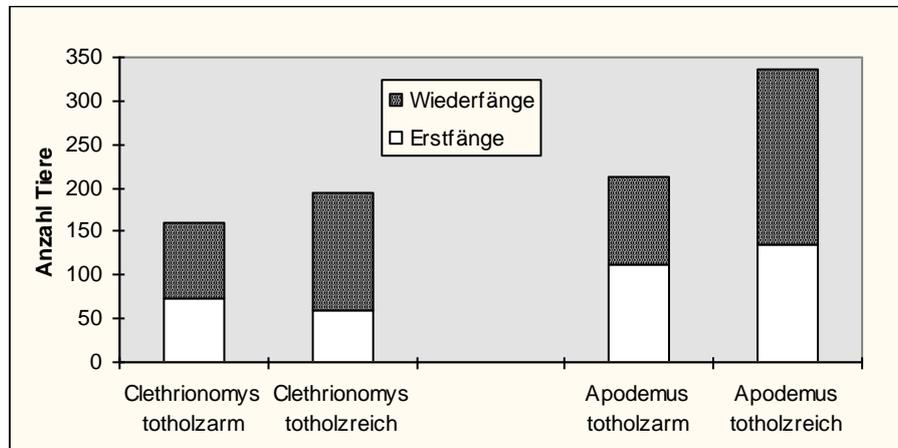


Abb.1: Fänge auf den totholzreichen und -armen Flächen

Auf den Flächen 5 und 6 (die beiden totholzreichsten) wurden von allen Flächen eindeutig am meisten Waldmäuse gefangen, am wenigsten auf Fläche 3 (Tab.3). Rötelmäuse wurden auf den Flächen 2 und 4 am meisten gefangen.

Das Verhältnis Waldmaus- zu Rötelmausfänge resp. -erstfänge unterschied sich knapp signifikant zwischen den totholzreichen und -armen Flächen (Fänge: $\chi^2=3.721$, $p=0.054$; Erstfänge: $\chi^2=3.667$, $p=0.056$). Offenbar reagiert die Waldmaus mehr auf die Unterschiede zwischen totholzreich und -arm.

Bei den Artenverhältnissen der einzelnen Flächen fallen vor allem die Flächen 2 und 4 auf (Tab.3). Auf Fläche 2 wurden im Gegensatz zu den Flächen 1, 3, 5 und 6 mehr Rötelmausfänge und -erstfänge gemacht als Waldmausfänge resp. -erstfänge. Auf Flächen 4 wurden zwar mehr Rötelmausfänge als Waldmausfänge verzeichnet, bei der Anzahl Erstfänge sind jedoch die Waldmäuse höher. Bei allen anderen Flächen waren sowohl die Waldmausfänge als auch -erstfänge höher als die Rötelmausfänge resp. -erstfänge.

Tab.3: Fänge auf den Flächen

Fläche	Apodemus			Clethrionomys		
	Individuen	Wiederfänge	Fänge total	Individuen	Wiederfänge	Fänge total
1	46	34	80	23	23	46
2	37	42	79	39	50	89
3	29	25	54	12	13	25
4	32	47	79	17	73	90
5	52	80	132	20	40	60
6	51	75	126	22	22	44

Der Variationskoeffizient v (=Standardabweichung / Mittelwert) der Fänge, Erstfänge und Wiederfänge der einzelnen Flächen ist bei den Rötelmäusen grösser als bei den Waldmäusen (Tab.4). Dies bedeutet, dass die Rötelmausfänge als auch Erst- und Wiederfänge zwischen den verschiedenen Flächen stärker variieren als die Waldmausfänge (sowie Erst- und Wiederfänge).

Tab.4: Variationskoeffizienten der Erstfänge, Wiederfänge und Fänge

Apodemus			Clethrionomys		
Erstfänge	Wiederfänge	Fänge	Erstfänge	Wiederfänge	Fänge
0.2397	0.4408	0.3338	0.4129	0.6035	0.4428

Wiederfangrate

Die Wiederfangraten über die 5 Fangperioden gesehen erreichen bei beiden Arten auf den totholzreichen Flächen eine Sättigung, auf den totholzarmen nur bei der Rötelmaus. Bei den Waldmäusen auf den totholzarmen Flächen stieg die Kurve nach der 4. Fangperiode nochmals an (Abb.2).

Die Wiederfangraten sind sowohl bei den Rötelmäusen als auch bei den Waldmäusen auf den totholzreichen Flächen höher als auf den totholzarmen Flächen.

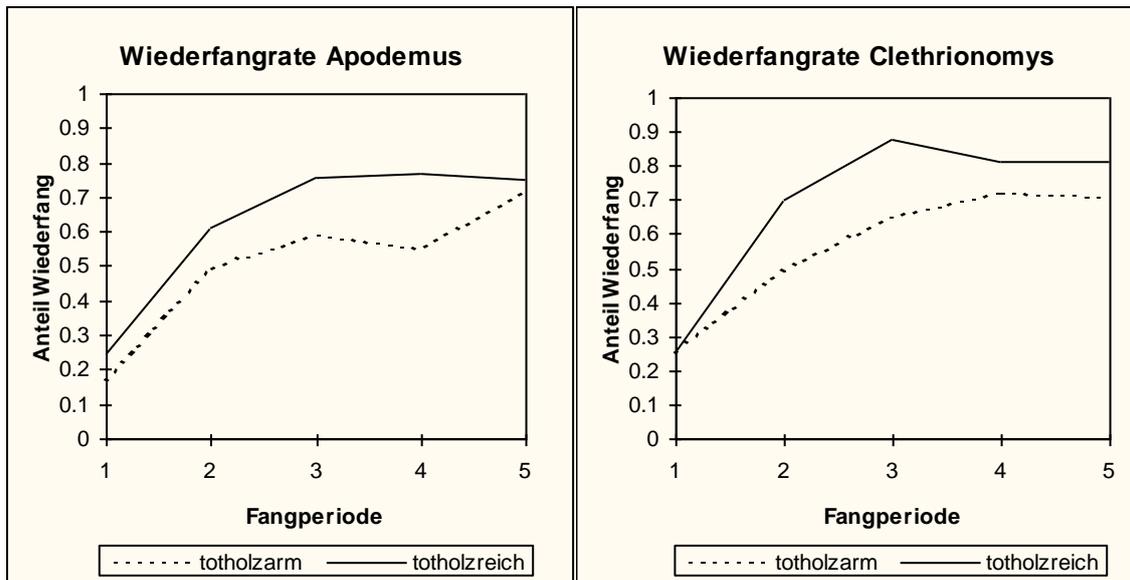


Abb.2: Wiederfangraten auf den totholzreichen bzw. -armen Flächen

Wenn man die Wiederfangraten der einzelnen Flächen betrachtet, fällt auf, dass bei den Waldmäusen auf den Flächen 1, 3 und 4 die Wiederfangrate von Fangperiode 3 zu 4 abnimmt und bei Fangperiode 5 wieder zunimmt (Tab.5). Bei den anderen 3 Flächen nahmen die Wiederfangraten ständig zu. Bei den Rötelmäusen ist auf Fläche 6 eine starke Abnahme der Wiederfangrate nach Fangperiode 3 zu beobachten. Auf Fläche 3 nahm die Wiederfangrate der Rötelmäuse von Fangperiode 4 zu 5 ab. Bei den anderen Flächen war auch bei den Rötelmäusen eine permanente Zunahme der Wiederfangrate vorhanden. Es ist nicht ganz klar, ob diese Schwankungen etwas zu bedeuten haben oder nur zufällig sind. Diese Frage muss offen gelassen werden.

Tab.5: Wiederfangraten der einzelnen Flächen

Fläche Periode	Apodemus						Clethrionomys					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	0.24	0.15	0.07	0.36	0.22	0.18	0.33	0.14	0.25	0.23	0.31	0.22
2	0.50	0.55	0.38	0.74	0.59	0.55	0.50	0.50	0.40	0.89	0.70	0.50
3	0.60	0.55	0.75	0.91	0.68	0.77	0.67	0.67	0.50	0.90	0.80	1.00
4	0.38	0.82	0.55	0.54	0.81	0.84	0.67	0.72	0.80	0.89	0.75	0.67
5	0.50	0.73	0.91	0.57	0.78	0.84	0.80	0.76	0.56	0.95	0.80	0.50

Alter und sexuelle Aktivität

Der grösste Teil aller Erstfänge waren bei beiden Kleinsäugerarten sexuell aktive Tiere (239 Individuen). Sehr wenige gefangene Tiere waren inaktive adulte (67 Individuen) oder juvenile Tiere (50 Individuen). Der Grund für den geringen Anteil sexuell inaktiver Tiere in den Fallen könnte sein, dass die sexuell aktiven Tiere eher in die Fallen gehen als subadult inaktive oder juvenile Tiere (JENSEN, 1984).

Bei den Waldmäusen war der Juvenilenanteil auf den totholzreichen Flächen signifikant höher als auf den totholzarmen Flächen ($\chi^2= 6.054$, $p=0.014$), nicht aber bei den Rötelmäusen ($\chi^2=0.036$, $p=0.849$)(Abb.3).

Die meisten juvenilen Tiere wurden bei beiden Arten in den ersten zwei Fangperioden (Mitte und Ende Juni) gefangen.

Der höhere Anteil juveniler Waldmäuse auf den totholzreichen Flächen kam vor allem durch die Flächen 5 und 6 zustande, während auf Fläche 1 der Anteil juveniler Waldmausindividuen äusserst gering war (Tab.6).

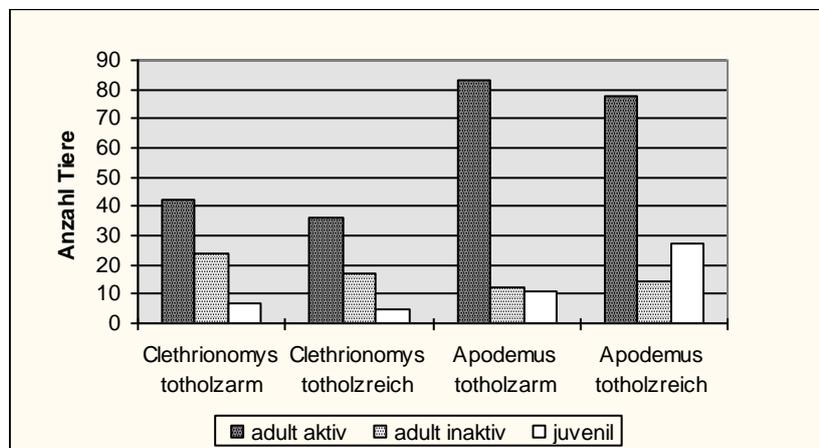


Abb.3: Sexuelle Aktivität auf den totholzreichen bzw. -armen Flächen

Tab.6: Alter und sexuelle Aktivität der Erstfänge

Fläche	Apodemus			Clethrionomys		
	adult aktiv	adult inaktiv	juvenil	adult aktiv	adult inaktiv	juvenil
1	41	3	1	12	8	3
2	24	4	4	20	14	4
3	18	5	6	10	2	0
4	25	2	5	10	4	3
5	28	6	10	10	7	2
6	25	6	12	16	6	0

Gewichtsverteilung

Waldmäuse waren im Mittel auf den totholzreichen Flächen signifikant leichter als auf den totholzarmen ($t=2.194$, $p=0.029$). Das ist darauf zurückzuführen, dass der Anteil leichter Waldmäuse $<20g$ auf den totholzreichen Flächen signifikant höher ist als auf den totholzarmen Flächen ($\chi^2= 6.032$, $p= 0.014$). Der Grund hierfür ist der grössere Anteil juveniler Waldmäuse auf den totholzreichen Flächen (siehe oben).

Bei den Rötelmäusen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Gewichtsverteilung zwischen den totholzreichen und -armen Flächen gefunden werden. Die Gewichtsverteilungen der einzelnen Flächen unterscheiden sich nicht erwähnenswert (Tab.7)

Tab.7: Gewichtsverteilung auf den einzelnen Flächen

Fläche	Apodemus					Clethrionomys			
	<20g	20.5-30g	30.5-40g	40.5-50g	>50g	<20g	20.5-25g	25.5-30g	>30g
1	1	13	15	11	5	11	10	2	0
2	4	14	8	4	2	10	19	8	1
3	2	10	6	8	2	4	3	3	2
4	3	10	9	8	2	7	9	1	0
5	7	18	9	7	2	2	9	8	0
6	11	14	7	10	2	5	11	4	2

Geschlechterverhältnis

48% aller gefangenen Waldmausindividuen waren Männchen, 52% waren Weibchen. Bei den Rötelmäusen waren 40.5% der Tiere Männchen und 59.5% Weibchen.

Der Männchenanteil in den Erstfängen war bei den Waldmäusen auf den totholzarmen Flächen höher (52.8%) als auf den totholzreichen Flächen (43.7%). Auch bei den Rötelmäusen war der Anteil Männchen auf den totholzarmen Flächen höher (45.2%) als auf den totholzreichen Flächen (34.5%). Bei beiden Arten sind die Unterschiede jedoch nicht signifikant (Waldmäuse: $\chi^2=1.873$, $p=0.171$; Rötelmäuse: $\chi^2=1.543$, $p=0.214$).

Die Geschlechterverhältnisse sind bei beiden Kleinsäugerarten ähnlich (totholzreich: $\chi^2=1.372$, $p=0.241$; totholzarm: $\chi^2=1.005$, $p=0.316$). Die Geschlechterverhältnisse der einzelnen Flächen können in Tab.8 eingesehen werden.

Tab.8: Anzahl Erstfänge nach Geschlecht

Fläche	Apodemus		Clethrionomys	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich
1	19	26	4	19
2	19	13	21	17
3	18	11	8	4
4	14	18	8	9
5	22	22	5	14
6	16	27	7	15
Total	108	117	53	78

Aufenthaltsdauer

Die Verteilung der Mindest-Aufenthaltsdauer unterscheidet sich bei den Waldmäusen signifikant zwischen den totholzreichen und -armen Flächen (Kruskal-Wallis Test, $p=0.013$). Es wurden auf den totholzreichen Flächen mehr Waldmäuse gefangen, die eine Aufenthaltsdauer von mindestens 35 Tagen hatten (Abb.4). Bei den Waldmäusen waren es auf den totholzreichen Flächen 11 Tiere (davon 10 auf den totholzreichsten Flächen 5 und 6), auf den totholzarmen Flächen nur 1 Tier (Fläche 2).

Auch bei den Rötelmäusen wurden auf den totholzreichen Flächen mehr Tiere mit einer Aufenthaltsdauer von mindestens 35 Tagen gefangen als auf den totholzarmen Flächen (totholzreich: 8 Tiere; totholzarm: 1 Tier). Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test, $p=0.382$).

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer unterscheidet sich zwischen den Waldmäusen und Rötelmäusen nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test, $p=0.151$ (totholzreich), $p=0.769$ (totholzarm)).

Die meisten Tiere hatten eine Mindest-Aufenthaltsdauer von nur 1 bis 3 Tagen (Abb.4), d.h. sie wurden nur in einer Fangperiode gefangen.

Zwischen den einzelnen Flächen konnten neben den oben erwähnten keine anderen Unterschiede festgestellt werden.

Beim Betrachten der Abbildung 4 ist zu berücksichtigen, dass diese Aufenthaltsdauer nur mit den Fängen der 5 Fangperioden berechnet wurde. Deshalb konzentriert sich die Aufenthaltsdauer auf wenige Peaks, da zwischen den Fangperioden keine Kontrollmöglichkeit bestand.

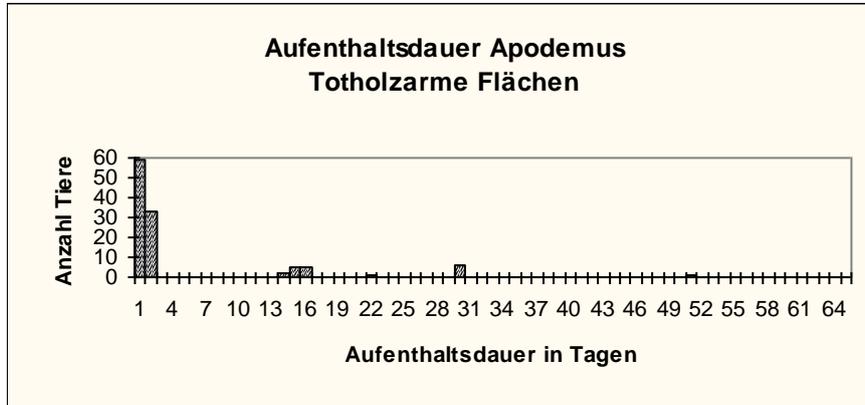


Abb.4a: Aufenthaltsdauer der Waldmäuse auf den totholzarmen Flächen

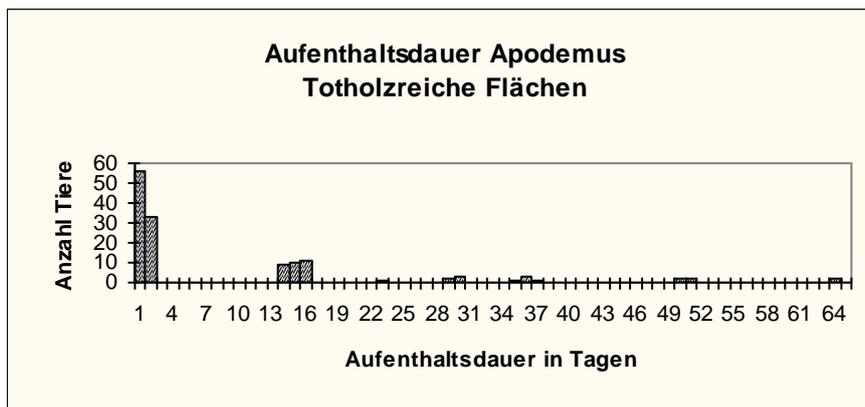


Abb.4b: Aufenthaltsdauer der Waldmäuse auf den totholzreichen Flächen

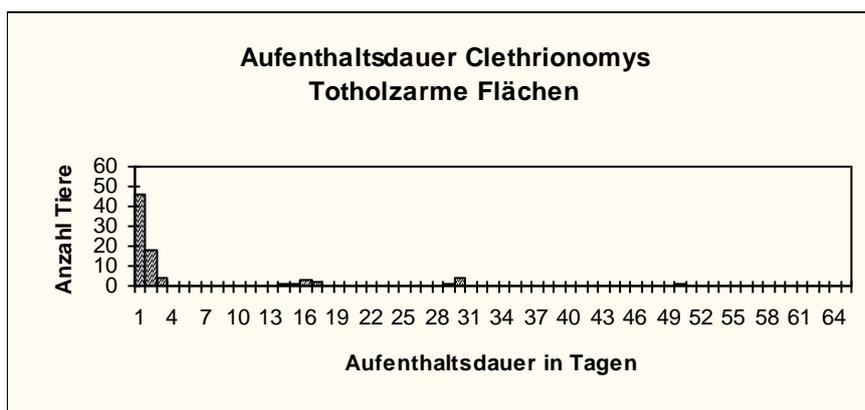


Abb.4c: Aufenthaltsdauer der Rötelmäuse auf den totholzarmen Flächen

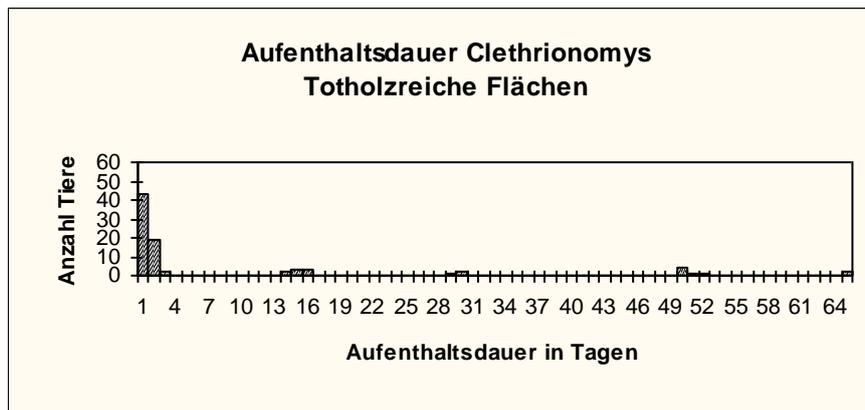


Abb.4d: Aufenthaltsdauer der Rötelmäuse auf den totholzreichen Flächen

5.3. Einfluss anderer Habitatstrukturen

Die bisherigen Auswertungen wurden immer auf die 900m²-Skala (=Fläche) bezogen (also Vergleich zwischen totholzreichen und totholzarmen Flächen). Für populationspezifische Aussagen wie Individuendichte, Wiederfangrate, Geschlechterverhältnis, u.a. ist diese Skalengröße auch notwendig. Auf dem Niveau des einzelnen Individuums sind jedoch auch andere, viel kleinere Skalengrößen von Bedeutung. Auf kleinerem Masstab können andere Habitatparameter wichtiger sein. Deshalb wurden bei der Aufnahme der Habitatstrukturen 3 Skalengrößen berücksichtigt: 900m², 100m² und 1 m².

Für die Auswertung wurden die Bedeckungsgrade durch Bedeckungsprozente (also prozentuale Bedeckung) ersetzt, da die Bedeckungsgrade eine Linearität vortäuschen, die nicht vorhanden ist. Als Bedeckungsprozent wurde ein mittlerer Wert genommen:

Bedeckungsgrad	=	Bedeckungsprozent (%)
1	=	3
2	=	15
3	=	38
4	=	63
5	=	88

Habitatstrukturen auf den 900m² - Flächen

Mittels einer Faktorenanalyse wurden die Habitatstrukturen zu Faktoren gruppiert (Tab.9). Anschliessend wurde die Kleinsäugerhäufigkeit mit den Faktorwerten korreliert (Pearson Korrelation). Die Habitatparameter Neigung, Offenes Wasser und Umgebung wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Tab.9: Strukturvariablen mit Faktorladungen ≥ 0.6

Struktur	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Totholzvolumen	0.944	-	-	-	-
Baumstrunkvolumen	0.935	-	-	-	-
Totholzanzahl	0.729	-	-	-	-
Baumschicht	-	-0.957	-	-	-
Schicht junge Bäume >2.0m	-	0.948	-	-	-
Strauchschicht	-	-0.627	-	-	-
Kleineres Totholz	-	-	0.945	-	-
Licht	-	-	0.854	-	-
Baumstrunkanzahl	-	-	-	0.892	-
Krautschicht	-	-	-	-	0.756

Die Waldmausfänge korrelieren vor allem mit den Faktoren positiv, in denen die Totholzstrukturen eine hohe Ladung haben (Faktor 1: $r=0.638$; Faktor 4: $r=0.515$). Die Rötelmausfänge korrelieren positiv mit dem Faktor 3 (Kleineres Totholz: $r=0.737$) und dem Faktor 5 (Krautschicht: $r=0.649$). Hingegen korrelieren die Erstfänge beider Arten vor allem mit dem Faktor 2, in dem die Schicht junger Bäume $>2.0\text{m}$ und die Baumschicht eine hohe Ladung haben (Waldmäuse: $r=0.704$; Rötelmäuse: $r=0.738$).

Die Erstfänge beider Arten reagieren also praktisch nicht auf den unterschiedlichen Totholzanteil, da sie offensichtlich nicht mit dem Totholz sondern vor allem mit der Schicht junger Bäume $>2.0\text{m}$ positiv korreliert sind. Die Fanghäufigkeit der Waldmäuse dagegen wird vorwiegend durch das grössere Totholz beeinflusst. Die Fanghäufigkeit der Rötelmause hängt vor allem von den Strukturelementen Krautschicht und kleineres Totholz ab.

Die Korrelationen sind aufgrund der kleinen Anzahl Beobachtungen ($n=6$) alle nicht signifikant. Sie können deshalb nur als Tendenz und nicht als abgesichert betrachtet werden.

Habitatmikrostrukturen im Umkreis von 100m^2 um den Fallenpunkt

Mittels einer multiplen Regressionsanalyse wurde die Häufigkeit der beiden Kleinsäugerarten in bezug auf die Habitatmikrostrukturen untersucht ($n=96$, Anzahl Fallen). Die 96 Einzelfallen wurden als voneinander unabhängige Fälle betrachtet (also auch Strukturdaten voneinander unabhängig), obwohl das nicht ganz korrekt ist.

Das Totholz hat auch auf dieser Skalengrösse einen starken, positiven Einfluss auf die Kleinsäuger. Bei den Waldmäusen sind sowohl die Fallenfänge (=Anzahl Fänge in einer bestimmten Falle) als auch Fallenerstfänge (=Anzahl verschiedene Individuen, die in einer bestimmten Falle gefangen wurden) positiv mit dem Totholzvolumen korreliert, bei den Rötelmäusen ist vor allem die Totholzanzahl für die Fallenfang- und Fallenerstfanghäufigkeit entscheidend (Tab.10).

Neben dem Totholz sind auch andere Habitatstrukturen, die den Boden bedecken sehr wichtig für die Tiere. Für die Waldmäuse sind die Bedeckung junger Bäume $>2.0\text{m}$ und die Krautschicht (ohne Beersträucher und Gras) wichtig, wobei sich die Bedeckung mit Beersträuchern negativ auswirkt. Für die Rötelmäuse sind die Distanz zum nächsten Baum, die Bedeckung junger Bäume $0.5-1.0\text{m}$ resp. $>2.0\text{m}$ und die Krautschicht entscheidend, die Baumstrunkanzahl hat einen negativen Einfluss.

Habitatmikrostrukturen im Umkreis von 1m^2 um den Fallenpunkt

Die Auswertung erfolgte auch hier wie bei der 100m^2 -Skalengrösse mittels multipler Regressionsanalyse.

Das grössere Totholz hatte auf dieser Aufnahmegrösse keinerlei Einfluss mehr auf die Fallenfanghäufigkeiten, was wegen der Grobheit dieser Struktur auch durchaus plausibel scheint. Hier hatten vor allem feinere Mikrostrukturen einen grossen Einfluss, wobei wiederum der Grad der Bodenbedeckung entscheidend war. Für die Waldmäuse waren die Bedeckung mit jungen Bäumen $>2.0\text{m}$, Moos und Laub, für die Rötelmäuse die Bedeckung mit kleinerem Totholz und jungen Bäumen $0.5-1.0\text{m}$ resp. $>2.0\text{m}$ wichtig (Tab.10).

Tab.9: Multiple Regression der wichtigen Habitatstrukturen auf die Kleinsäugerhäufigkeit in 100m² Umkreis der 96 Fallenpunkte

		Totholz volumen	Totholz- anzahl	Baumstrunk- anzahl	Distanz nächster Baum	Bedeckung junge Bäume 0.5-1.0m	Bedeckung junge Bäume >2.0m	Bedeckung Beer- sträucher	Bedeckung restliche Krautschicht	F	p(F)	R ²
Apodemus	Fallen- erstfänge	+++					+++	-	+	12.538	0.000	0.327
	Fallen- fänge	+++					+++	-	+	13.532	0.000	0.345
Clethrionomys	Fallen- erstfänge	-	++	--	++	++	++		+++	41.407	0.000	0.749
	Fallen- fänge		+++		+++			+++		67.882	0.000	0.680

+++ : p<0.001; ++ : p<0.01; + : p<0.05 (+, - : Korrelationstyp)

Tab.10: Multiple Regression der wichtigen Habitatstrukturen auf die Kleinsäugerhäufigkeit in 1m² Umkreis der 96 Fallenpunkte

		Bedeckung kleineres Totholz	Bedeckung junge Bäume 0.5-1.0m	Bedeckung junge Bäume >2.0m	Bedeckung Moos	Bedeckung Laub	Bedeckung Gras	F	p(F)	R ²
Apodemus	Fallen- erstfänge			+++	++	+++		191.592	0.000	0.858
	Fallen- fänge			++	++	+++		169.462	0.000	0.842
Clethrionomys	Fallen- erstfänge	+++	+	+				6.503	0.000	0.148
	Fallen- fänge	+++	++	+		--	-	10.271	0.000	0.328

+++ : p<0.001; ++ : p<0.01; + : p<0.05 (+, - : Korrelationstyp)

6. Diskussion

Es wurde bei dieser Untersuchung im Sihlwald eine sehr hohe Fangdichte festgestellt. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich ein Gradationsjahr der Kleinsäuger. Die Fallenbelegung betrug über 47%, was hoch über der erwarteten liegt (etwa 10%).

In Waldgebieten mit hohem Laubholzanteil dominiert die Gelbhalsmaus gegenüber der Rötelmaus (BÄUMLER, 1981a; LEIBL, 1988). Dieser Befund erklärt auch die grössere Fanghäufigkeit der Waldmäuse gegenüber der Rötelmäuse in der vorliegenden Studie. Beide Arten kamen auf allen Flächen sehr häufig vor. Das liegt daran, dass beide Arten in solchen Habitaten Generalisten und damit sehr anpassungsfähig sind.

Mit Ausnahme einer Waldspitzmaus wurden nur Waldmäuse und Rötelmäuse gefangen. Dies würde die Hypothese bestätigen, dass die Artenvielfalt sowohl auf den totholzreichen als auch -armen Flächen gleich ist. Es wurden aber sehr wahrscheinlich nicht alle vorhandenen Kleinsäugerarten gefangen, da die hohe Fangdichte der Wald- und Rötelmäuse verhinderte, dass andere Arten, die weniger gut in die Fallen gehen (z.B. Spitzmäuse), erfasst wurden. Auch die Hypothese, dass in totholzreicheren Habitaten mehr insektivore Kleinsäuger vorkommen, konnte deswegen nicht bestätigt werden.

Dass die Waldmäuse vor allem nachts in die Fallen gingen, die Rötelmäuse jedoch auch tagsüber, liegt daran, dass die Waldmäuse nachtaktiv sind, die Rötelmäuse häufig auch dämmerungs- und tagaktiv.

Das Totholz ist auf allen untersuchten Skalengrössen ein sehr wichtiger Faktor. Auf den 900m²-Flächen konnten einige populationspezifische Unterschiede festgestellt werden, die durch das Angebot von Totholz bestimmt wurden. Vor allem die Waldmäuse reagierten sehr stark auf das Vorhandensein von Totholz. Einer dieser Unterschiede zwischen den totholzreichen und -armen Flächen betrifft zwar nicht die Individuendichte, aber die Wiederfangrate, die höher ist auf den totholzreichen Flächen. Auch bei den Rötelmäusen ist die Anzahl Wiederfänge in den totholzreichen Habitaten höher. Es scheint so, als würde das Vorkommen von Totholz die Aktivität der Tiere erhöhen, was sich in der erhöhten Anzahl Wiederfänge zeigt. Auf den 2 totholzreichsten Flächen wurden dementsprechend auch die höchsten Wiederfangraten festgestellt. Die erhöhte Aktivität könnte ein Zeiger dafür sein, dass die Tiere mehr Zeit in die Fortpflanzung investieren, was sie sich nur in geeigneten Habitaten leisten können. Die totholzreichen Flächen bieten mehr Schutz, so dass diese erhöhte Aktivität nicht mit einem zu grossen Risiko (betreffend Prädation) für die Kleinsäuger einhergeht. Die Wichtigkeit des Totholzes als Schutzfaktor wurde schon mehrfach diskutiert (MAZURKIEWICZ, 1994; ROSENBERG et al., 1994; CAREY & JOHNSON, 1995; LEE, 1995). In einer Studie aus Amerika wurde eine der drei untersuchten Spitzmausarten (*Sorex trowbridgii*) in totholzreichen Habitaten ebenfalls häufiger gefangen als in totholzarmeren (LEE, 1995).

Dass sich die Individuendichten beider Arten zwischen den totholzreichen und -armen Flächen nicht unterschieden, könnte daran liegen, dass eine sehr hohe Fangdichte (wegen eines Gradationsjahres) vorhanden war.

Ein zweiter Unterschied, der mit dem Vorkommen von Totholz zusammenhängt, betrifft den Juvenilenanteil. Auf den totholzreichen Habitaten wurde ein höherer Juvenilenanteil der Waldmäuse festgestellt. Dies könnte bedeuten, dass auf den totholzreichen Flächen eine höhere Reproduktionsrate vorhanden war. LEE (1995) stellte fest, dass bei zwei von drei untersuchten Spitzmausarten der Gattung *Sorex* die Reproduktionsraten in totholzreichen Habitaten höher waren als in totholzarmeren. Er folgerte daraus, dass totholzreiche Habitats mit ihrem hohen Grad an Habitatheterogenität für Kleinsäuger qualitativ besser sind als totholzarme Habitats. Der höhere Juvenilenanteil der Waldmäuse auf den totholzreichen Flächen in meiner Untersuchung könnte jedoch auch unabhängig der Reproduktionsraten

bedeuten, dass die juvenilen Tiere auf den totholzreicheren Flächen, weil ihnen dort viel Schutz geboten wird, mutiger und damit aktiver waren und deshalb öfters in die Fallen gingen. Wegen der relativ geringen Datenmenge lassen sich keine genaueren Aussagen machen. Die Hypothese, dass auf den totholzreichen Flächen der Anteil subadulter Tiere kleiner sei, steht mit diesem Befund nicht im Widerspruch. Die juvenilen Tiere sind noch nicht selbstständig und noch nicht auf der Suche nach geeigneten Habitaten. Sie sind deshalb für die adulten Tiere auch noch keine richtige Konkurrenz. Die subadulten Tiere jedoch konkurrieren mit den adulten und werden von diesen deshalb aus den optimalen Habitaten verdrängt. Diese Hypothese konnte jedoch nicht verifiziert werden, da der Anteil subadulter Tiere nicht bestimmt werden konnte. Bei den Rötelmäusen wurden extrem wenig juvenile Tiere gefangen. Der Grund liegt sehr wahrscheinlich daran, dass juvenile Tiere seltener in die Fallen gehen als Adulte (JENSEN, 1984).

Ein dritter, vom Totholz beeinflusster Faktor ist die Mindest-Aufenthaltsdauer der Tiere auf den Flächen. Auf den totholzreichen Flächen gab es bei beiden Arten mehr Tiere mit einer Aufenthaltsdauer über 35 Tagen. Gründe hierfür könnten sein, dass die Lebenserwartung in totholzreicheren Gebieten höher ist, zum Beispiel wegen der geringeren Prädation oder dem geringeren Nahrungsstress. Es kann jedoch auch sein, dass die Tiere in den totholzarmen Flächen dieses suboptimale Habitat durch Emigration schneller wieder verlassen.

Dass der Männchenanteil auf den totholzreichen Habitaten grösser war als auf den totholzarmen, könnte daran liegen, dass die Weibchen in der Reproduktionszeit für die Aufzucht der Jungen eher geschützte Gebiete aufsuchen, die Männchen bei der Habitatwahl toleranter sein können.

Neben dem Vorkommen von Totholz waren für die Kleinsäuger auf den 900m²-Flächen auch andere Habitatstrukturen wichtig. Bei den Erstfängen war für beide Kleinsäugerarten die Bedeckung mit jungen Bäumen >2.0m ein sehr entscheidender Faktor. Das bedeutet, dass die Individuendichte in der vorliegenden Untersuchung am ehesten durch diesen Strukturfaktor bestimmt wurde. Die Hypothese, dass die Individuendichte vor allem durch das Totholzvorkommen beeinflusst wird, kann damit nicht bestätigt werden. Die Schicht junger Bäume >2.0m bietet beiden Arten sehr guten Sichtschutz von oben her, sodass dadurch die Prädation durch Raubvögel, wie Waldkauz (*Strix aluco*) oder Mäusebussarde (*Buteo buteo*), reduziert werden kann. Dieser Befund bestätigt sich auch dadurch, dass auf der Fläche 3 mit der eindeutig geringsten Bedeckung mit jungen Bäumen >2.0m bei beiden Arten am wenigsten Tiere (sowohl Erstfänge als auch Fänge) gefangen wurden. Bei einer Untersuchung von GEUSE (1985) hatte die Strauchbedeckung für die Feld-Waldmausdichte einen wichtigen Stellenwert. Der Unterwuchs gilt als einer der wichtigsten Schutzfaktoren für die Rötelmäuse (MAZURKIEWICZ, 1994). Alle Strukturen mit einer gewissen Schutzfunktion sind für die Kleinsäugerhäufigkeit relevant (CHETNICKI & MAZURKIEWICZ, 1994). Für die Rötelmäuse waren denn auch neben dem Totholz und der Bedeckung mit jungen Bäumen >2.0m das Vorhandensein einer Krautschicht auf den 900m²-Flächen wichtig.

Im allgemeinen kann gesagt werden, dass die Rötelmäuse in ihren Häufigkeiten viel stärker auf die verschiedenen Habitatstrukturen reagierten als die Waldmäuse. Das bedeutet, dass die Waldmäuse weniger auf Strukturen angewiesen sind als Rötelmäuse. Der Grund ist die grössere Mobilität der Waldmäuse. Die Fangergebnisse der Flächen 2 und 4 unterstützen diese Aussage. Einzig auf diesen Flächen wurden mehr Rötelmäuse als Waldmäuse gefangen. Und auf diesen beiden Flächen war die Vielfalt der Mikrostrukturen eindeutig am höchsten.

Wenn man die Bedürfnisse der einzelnen Tiere zeigen und die unterschiedliche Verteilung der Tiere im Habitat beurteilen möchte, genügt das Betrachten der grossen Skalen allein nicht mehr. Interessanter in dieser Hinsicht sind die Daten der 100m²- und 1m²-Flächen um die Fallenpunkte herum. Auch hier hat das Totholz eine für die Kleinsäuger entscheidende Funktion.

Vor allem die Waldmäuse zeigten eine starke Präferenz zu Fallenstandorten mit hohem Totholzvolumen. Das bedeutet, dass dieses Strukturelement nicht nur die Waldmaushäufigkeiten in den verschiedenen Habitaten beeinflusst, sondern dass die Tiere im Habitat selber die Nähe zu diesen Strukturen aufsuchen. Für die Rötelmäuse war dagegen nicht das Totholzvolumen, jedoch die Totholzanzahl und die Bedeckung mit kleinerem Totholz sehr wichtig. Dass vor allem die Waldmäuse die Nähe zu grossem Totholzvolumen bevorzugen, die Rötelmäuse dagegen nicht, könnte daran liegen, dass die omnivoren Waldmäuse sich neben pflanzlicher Nahrung auch von Totholzinsekten ernähren, die Rötelmäuse jedoch bevorzugt nur herbivor ist. Auch in einer Studie von GURNELL & LANGBEIN (1983, zit. PLESNER JENSEN & HONESS, 1995) wurden die Feld-Waldmäuse am häufigsten in Fallen entlang umgestürzter Baumstämme gefangen. Es wurde im Feld ein Verhalten der Waldmäuse beobachtet, das diese Totholzpräferenz ebenfalls unterstützen könnte. Wenn die Waldmäuse bei Gefahr wegrennen, wählen sie einen möglichst schnellen Weg auf „schnellem Belag“. Da das liegende grosse Totholz eine glattere Oberfläche aufweist als der laubbedeckte Boden, flüchten sie häufig auf dem Totholz, von Totholzstamm zu Totholzstamm. Für die Rötelmäuse ist dagegen vielmehr die Anzahl vorhandener Totholzstämme und -äste wichtig, damit sie viele Schutzmöglichkeiten haben. Das Volumen dieser Totholzstämme scheint für sie nicht wichtig zu sein.

Auch auf den kleineren Skalengrössen spielen neben dem Totholz Habitatmikrostrukturen mit einer Schutzfunktion für die Kleinsäuger eine grosse Rolle. Dazu gehören wie auf der 900m²-Skala die Bedeckung mit jungen Bäumen >2.0m und die Krautschicht. Die Rötelmäuse hatten auch eine Präferenz zu Fallenstandorten mit einer hohen Bedeckung mit jungen Bäumen 0.5-1.0m und einer gewissen Distanz zum nächsten Baum, mieden jedoch Laub und Gras. Die Waldmäuse bevorzugten Fallenstandorte mit viel Moos und Laub und mieden solche mit viel Beersträuchern. In einer Untersuchung von BÄUMLER (1981b) kam die Rötelmaus häufig in der Nähe von üppigem Himbeer- und Brombeerwachstum vor, was meine Beobachtungen unterstützt. Sehr ähnliche Präferenzen für Rötelmäuse wurden mit Ausnahme der Distanz zum nächsten Baum von SCHLUND & SCHARFE (1993) festgestellt. Die Präferenzen der Waldmäuse in der erwähnten Studie stimmen mit den von mir gefundenen jedoch nur teilweise überein. Die Bevorzugung der Waldmäuse für Fallenstandorte mit einer starken Bedeckung junger Bäume >2.0m wurde auch von ihnen festgestellt, was sie mit der Ernährung der Waldmäuse mit Baumsamen in Verbindung brachten.

Die Rötelmäuse bevorzugten generell stark unterwuchsreiche Fallenstandorte, die Waldmäuse waren dagegen nicht so sehr auf eine direkte Bodenbedeckung mit kleinen, jungen Bäumen und einer dichten Krautschicht fixiert. Dieser Befund stimmt mit vielen anderen Untersuchungen überein (GROSSE & SYKORA, 1967; BÄUMLER, 1981a; WOLK & WOLK, 1982; JENSEN, 1984; GEUSE, 1985; HAFERKORN, 1994). Der Grund dafür ist, dass die Waldmäuse sehr gute Lauftiere sind und Prädation durch Wegrennen vermeiden, die Rötelmäuse dagegen sofort Schutz unter der Bodenbedeckung suchen und sich deswegen immer in Nähe solcher Schutzstrukturen befinden (PLESNER JENSEN & HONESS, 1995). Auch die Bedeckung des Bodens mit kleinerem Totholz, also vorallem Ästen, dient den Rötelmäusen als sofortiger Unterschlupf bei Gefahr. Die gut springenden Waldmaus findet genug Schutz unter einer dichten Baumschicht (GEUSE, 1985). Die Waldmäuse mieden bei unserer Untersuchung Fallenpunkte mit viel Beersträuchern. Vielleicht stört sie zu viel Gestrüpp bei der schnellen Flucht. Eine gewisse Präferenz zur Krautschicht (ohne Beersträucher und Gras) zeigte sich aber auch bei den Waldmäusen. Dies kann damit zusammenliegen, dass sich auch Waldmäuse von Pflanzensamen ernähren. Die Kraut- und Strauchsicht hat nämlich nicht nur eine Schutzfunktion, sie ist auch ein wichtiger Nahrungslieferant für die Kleinsäuger (CHETNICKI & MAZURKIEWICZ, 1994). Dass die

Rötelmäuse Fallenstandorte mit einer weiten Distanz zum nächstgelegenen Baum bevorzugen, scheint nicht ganz plausibel. Vielleicht stören sie die Wurzeln beim Tunnelbau, vielleicht ist die Prädation direkt bei einem Baum grösser, da die Raubvögel immer in Nähe des Baumstammes sitzen. Eine genauere Abklärung dieses Befundes wäre für weitere Untersuchungen sicher sehr interessant.

Der Vergleich der Skalengrößen 100m² und 1m² zeigt, dass das grosse Totholz auf der kleinsten Aufnahmegröße keinen Einfluss mehr auf die Kleinsäuger hat. Der Grund hierfür ist, dass das grosse Totholz ein zu grobes Strukturelement ist. Auf den 1m²-Flächen sind feinere Habitatmikrostrukturen wie kleineres Totholz, Laub, Moos und Bedeckung mit jungen Bäumen für die Fanghäufigkeiten verantwortlich.

Auf allen drei Skalengrößen waren die Unterwuchsvegetation (Krautschicht und Strauchschicht mit jungen Bäumen) und das Vorkommen von Totholz die zwei wichtigsten Habitatparameter für die Waldbodenkleinsäuger. In einer Untersuchung in Amerika waren dies ebenfalls die zwei primär wichtigsten Faktoren für die Kleinsäuger (CAREY & JOHNSON, 1995).

Die Wichtigkeit des Totholzes für die Waldbodenkleinsäuger konnte mit dieser Untersuchung klar bestätigt werden. Habitate mit einem gewissen Totholzanteil fördern die Lebensqualität der Kleinsäuger, indem sie ihnen einen strukturreichen, geschützten Lebensraum bieten.

7. Ausblick

Die Erhaltung und Verbesserung der Lebensqualität der Organismen im Wald sollte in Zukunft neben dem wirtschaftlichen Aspekt eines der grossen Ziele werden in der Forstwirtschaft. Es sollte klar sein, dass die Natur nicht immer nur geben kann. Viele menschliche Eingriffe lösen eine Kaskade von Veränderungen im Ökosystem Wald aus. Diese, für die Organismen häufig negativen Veränderungen, werden vom Menschen im Augenblick meist nicht erkannt. Die Konsequenzen müssen manchmal erst Jahre später daraus gezogen werden.

Auch die Manipulation des Totholzes ist ein solcher menschlicher Eingriff, der das Leben vieler Organismen beeinflusst. In meiner Untersuchung konnte am Beispiel der Waldbodenkleinsäuger ein kleines Mosaiksteinchen all dieser Veränderungen aufgedeckt werden.

Beide Seiten, Mensch und Natur, müssen Kompromisse eingehen. In einem Wirtschaftswald wird es nie möglich sein, die Totholzmenge zu erreichen, wie sie in einem Naturwald vorkommt. Der Mensch sollte aber vom Gedanken eines „sauberen, ordentlich geputzten“ Waldes, von Wertvorstellungen, die den Bedürfnissen der Natur nicht entsprechen, wegkommen. Bedürfnisse von Mensch und Natur sollten gleichermassen berücksichtigt werden.

Es gilt also, die wirtschaftlichen und die naturerhaltenden Anforderungen unter einen Hut zu bringen. Ein wichtiger Schritt dazu ist sicher eine fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen Forstwirtschaft und Biologie.

Auf alle Fälle sollte man eines nie vergessen: Auch wir Menschen sind nur ein ganz kleines Teilchen der Natur!

8. Zusammenfassung

In älteren Buchenbeständen wurde der Einfluss des liegenden Totholzes auf die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und die Waldmäuse (*Apodemus flavicollis* u. *sylvaticus*) untersucht. Es wurden drei 900m² grosse Versuchsflächen mit viel Totholz und drei mit wenig Totholz verglichen. Auf drei Skalengrössen wurden die Habitatstrukturen aufgenommen: 900m² (Fläche), 100m² und 1m² (um jeden Fallenpunkt).

Auf den totholzreichen Flächen waren Wiederfänge beider Artgruppen häufiger und der Juvenilenanteil bei den Waldmäusen höher als auf den totholzarmen Flächen. Daneben gab es auf den totholzreichen Flächen mehr Tiere mit einer höheren Mindest-Aufenthaltsdauer.

Auf allen drei Skalengrössen waren für die Fang- und Erstfanghäufigkeit beider Arten das Vorkommen von Totholz und Unterwuchs entscheidend. Für die Kleinsäuger ist das Vorhandensein von Strukturen, die Schutz bieten, der primär wichtigste Faktor in einem Habitat.

9 Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, L., (1991): Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110, 106-113
- ANDRZEJEWSKI, R. & BABINSKA-WERKA, J., (1986): Bank vole populations: are their densities really high and individual home ranges small? Acta Theriologica 31, 407-420
- BARNETT, A. & DUTTON, J., (1995): Small mammals: Expedition field techniques. Published by the Expedition Advisory Centre, 1 Kensington Gore, London SW7 2AR
- BARNETT, J.L., HOW, R.A. & HUMPHREYS, W.F., (1978): The use of habitat components by small mammals in eastern Australia. Australian Journal of Ecology 3, 277-285
- BÄUMLER, W., (1981a): Die Verbreitung von Mäusen in verschiedenen Waldgebieten Bayerns. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 54, 99-104
- BÄUMLER, W., (1981b): Zur Verbreitung, Ernährung und Populationsdynamik der Rötelmaus und der Gelbhalsmaus in einem Waldgebiet der Bayerischen Alpen. Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 54, 49-53
- BÄUMLER, W., (1986): Populationsentwicklung kleiner Säugetiere in verschiedenen Waldgebieten Bayerns in den Jahren 1977-1985. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Heft 73
- BIEBELRIETHER, H., (1983): Entscheidung für den Urwald. Nationalpark 4/83, 34-35
- BOTSCHAFTER, E., (1963): Biometrische Untersuchungen an Gelbhalsmäusen (*Apodemus flavicollis*) und Waldmäusen (*Apodemus sylvaticus*) aus dem Bayerischen Wald. Säugetierkundliche Mitteilungen 11, Sonderheft 2, 1-47
- BRAUN-BLANQUET, J., (1964): Pflanzensoziologie. Wien 1928, 2. Aufl. Wien 1951, 631; 3. Aufl. 1964, 865
- BURY, R.B., CORN, P.S. & AUBRY, K.B., (1991): Regional patterns of terrestrial amphibian communities in Oregon and Washington. Pages 341-352 in Ruggiero, L.F., Aubry, K.B., Carey, A.B. & Huff, M.G. Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests. United States Forest Service General Technical Report PNW-285
- CAREY, A.B. & JOHNSON, M.L., (1995): Small mammals in managed, naturally young and old-growth forests. Ecological Applications 5, 336-352
- CAREY, A.B., HARDT, M.M., HORTON, S.P. & BISWELL, B.L., (1991): Spring bird communities in the Oregon Coast Ranges. Pages 123-144 in Ruggiero, L.F., Aubry, K.B., Carey, A.B. & Huff, M.G. Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests. United States Forest Service General Technical Report PNW-285

- CHETNICKI, W. & MAZURKIEWICZ, M., (1994): Dispersion of the bank vole in fine- and coarse-grained mosaics of deciduous and mixed coniferous forests. *Acta Theriologica* 39(2), 127-142
- CORBET, G. & OVENDEN, D., (1982): *Pareys Buch der Säugetiere*. Hamburg; Berlin: Parey, 1982
- CORN, P.S. & BURY, R.B., (1991): Small mammal communities in the Oregon Coast Ranges. Pages 241-256 in Ruggiero, L.F., Aubry, K.B., Carey, A.B. & Huff, M.G. *Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests*. United States Forest Service General Technical Report PNW-285
- DELANY, M.J., (1974): *The ecology of small mammals*. Studies in Biology, no. 51. Published by Edward Arnold Limited, 25 Hill Street, London W1X 8LL
- DUESER, R.D. & SHUGART, H.H., jr., (1978): Microhabitats in a forest-floor small mammal fauna. *Ecology* 59(1), 89-98
- GEUSE, P., (1985): Spatial microhabitat of bank voles and wood mice in a forest in central Belgium. *Acta Zoologica Fennica* 173, 61-64
- GROSSE, H. & SYKORA, W., (1967): Zur Verbreitung von Insektivoren und Rodentien im Naturschutzgebiet „Fasanerieholz“ unter Berücksichtigung ökologischer Faktoren. *Abhandlungen und Berichte des naturkundlichen Museums Mauritianum* 5, 355-366
- GURNELL, J. & FLOWERDEW, J.R., (1994): *Live trapping small mammals : a practical guide*. A occasional publication of the mammal society, no. 3. Published by The Mammal Society, 15 Cloisters Business Centre, 8
- GURNELL, J. & LANGBEIN, J., (1983): Effects of trap position on the capture of woodland rodents. *Notes from the Mammal Soc.* 46, 289-292
- HAFERKORN, J., (1994): Der Einfluss von Immissionsschäden in Fichtenaufforstungen auf die Kleinnagerzönose. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 23, 119-124
- JENSEN, T.S., (1984): Habitat distribution, home range and movements of rodents in mature forest and reforestations. *Acta Zoologica Fennica* 171, 305-307
- KUCERA, E., (1970): Über den Aktionsraum der Gelbhalsmaus in Zentralböhmen. *Säugetierkundliche Mitteilungen* 18, 1-6
- KULICKE, H., (1963): Kleinsäuger als Vertilger forstschädlicher Insekten. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 28(3), 175-183
- KÜTHER, K. & KRÄMER, K., (1961): Schäden durch Rötelmaus und Erdmaus im Forst. *Anzeiger für Schädlingskunde* 33, 135-137

- LEE, S.D., (1995): Comparison of population characteristics of three species of shrews and the shrew-mole in habitats with different amounts of coarse woody debris. *Acta Theriologica* 40(4), 415-424
- LEIBL, F., (1988): Ökologisch-faunistische Untersuchungen an Kleinsäugetern im Nationalpark Bayerischer Wald unter besonderer Berücksichtigung von Windwurfflächen. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 81, 17-51
- LEUBA, D.Y., (1996): Totholz - quantitativ erfasst. *Wald und Holz* 5, 8-10
- LUBER, B., (1984): Schwermetalle in Kleinsäugetern im Nationalpark Berchtesgaden. Schlussbericht Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
- MACDONALD, D. & BARRETT, P., (1993): *Mammals of Britain and Europe*. Collins Field Guide. HarperCollinsPublishers, London, Glasgow, New York, Sydney, Auckland, Toronto, Johannesburg
- MADER, H.J. & PAURITSCH, G., (1981): Nachweis des Barriere-Effektes von verkehrsarmen Strassen und Forstwegen auf Kleinsäugeter der Waldbiozönose durch Markierungs- und Umsetzungsversuche. *Natur und Landschaft, Zeitschrift für Umweltschutz und Landespflege*, 56. Jahrgang, Heft 12, 451-454
- MAZURKIEWICZ, M., (1983): Spatial organization of the population. In: Petruszewicz, K.: *Ecology of the bank vole*. *Acta Theriologica* 28, suppl.1, 117-127
- MAZURKIEWICZ, M., (1994): Factors influencing the distribution of the bank vole in forest habitats. *Acta Theriologica* 39(2), 113-126
- PFARR, U. & SCHRAMMEL, J., (1991): Fichtentotholz im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Forstschutz. *Forstwiss. Cbl.* 110, 128-134
- PLESNER JENSEN, S. & HONESS, P., (1995): The influence of moonlight on vegetation height preference and trappability of small mammals. *Mammalia* 59(1), 35-42
- POSTNER, M., (1961): Ungewöhnlich starke Nageschäden der Rötelmaus an Jungfichten. *Anzeiger für Schädlingskunde*, Berlin, 33, 135-137
- RAUH, J. & SCHMITT, M., (1991): Methodik und Ergebnisse der Totholzforschung in Naturwaldreservaten. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 110, 114-127
- READ, V.T., MALAFANT, K.W.J. & MYERS, K., (1988): A comparison of grid and index-line trapping methods for small mammal surveys. *Australian Wildlife Research* 15
- ROSENBERG, D.K., SWINDLE, K.A. & ANTHONY, R.G., (1994): Habitat associations of California red-backed voles in young and old-growth forests in western Oregon. *Northwest Science* 68(4)

- SCHLUND, W. & SCHARFE, F., (1993): Säugetiere der Missen bei Oberreichenbach. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg 27, 493-506
- SCHLUND, W. & SCHARFE, F., (1995): Kleinsäuger in Halbtrockenrasen unterschiedlicher Sukzessionsstadien. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 4, 117-124
- SPEICH, A., (1996): Naturlandschaft Sihlwald. Haben oder Sein in der Waldnatur. Aus: Mensch und Natur. Festschrift zur 250-Jahr-Feier der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.
- STICKEL, L.F., (1948): The trap line as a measure of small mammal populations. Journal of Wildlife Management, vol. 12, no. 2, 153-161
- TWIGG, G.I., (1975): Techniques in mammalogy. Chapter 3. Marking mammals. Mammal Review 5, 101-116
- UTSCHICK, H., (1991): Beziehungen zwischen Totholzreichtum und Vogelwelt in Wirtschaftswäldern. Forstwiss. Cbl. 110, 135-148
- WOLK, E. & WOLK, K., (1982): Responses of small mammals to the forest management in the Bialowieza primeval forest. Acta Theriologica 27, 45-49
- , (1992): Schweizer Naturschutz, August 5/92
- , (1993): Lebensraum Totholz, Merkblätter Waldökologie, Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg