



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Raumanalyse von scatter-hoarding am Beispiel von
Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) im Spätherbst“

Verfasserin

Roswitha Schrom

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 439

Studienrichtung lt. Studienblatt: Zoologie

Betreuerin / Betreuer: Ao. Univ.-Prof. i. R. Dr. Gerhard Spitzer

Danksagung:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Ao. Univ.-Prof. i. R. Dr. Gerhard Spitzer, der mich fürsorglich und gewissenhaft betreut hat und für meine Anliegen und Fragen stets ein offenes Ohr hatte. Seine fachkundigen Ratschläge haben mir immer sehr geholfen.

Den Österreichischen Bundesgärten danke ich sehr für die Erlaubnis, dass ich meine Arbeit im Schönbrunner Schlosspark durchführen durfte.

Herzlicher Dank geht an meine Mutter, die mich während meiner Diplomarbeit und des Studiums immer unterstützt hat. Besonders dankbar bin ich ihr für ihre Mithilfe bei der Datenaufnahme und außerdem für die finanzielle Unterstützung.

Einleitung:

Nach dem Prinzip der optimalen Nahrungsnutzung muss ein Tier bei der Gewinnung von Nahrung eine Vielzahl von Entscheidungen treffen, um effizient zu sein. Bei der aktiven Suche nach Nahrung muss gewählt werden welche Nahrung aufgenommen wird und wo danach gesucht wird und welcher Suchweg genommen wird (Krebs, 1981). Versuche haben gezeigt, dass Tiere profitablere Beute weniger profitabler vorziehen können (Charnov, 1976; Krebs et al., 1977; Goss-Custard, 1977a). Nahrung kann aber nicht nur so gewählt werden, dass ein Maximum an Energie gewonnen wird, sondern es kann auch eine Wahl nach der Qualität der Nährstoffe erfolgen (Goss-Custard, 1977b).

In einer sich verändernden Umwelt können Tiere dem Problem temporärer Nahrungsmängel unterliegen, obwohl Nahrung zu anderen Zeiten reichlich vorhanden ist. Veränderungen dieser Art im Nahrungsangebot können bereits innerhalb eines Tages vonstattengehen oder zum Beispiel jahreszeitlich bedingt sein (Vander Wall, 1990). Als Anpassung an temporären Nahrungsmangel oder unberechenbare Nahrungsquellen werden von manchen Tierarten Vorräte angelegt, die später bei Nahrungsknappheit von ihnen genutzt werden (Smith & Reichman, 1984, Vander Wall, 1990). So erlangen sie in gewisser Weise Kontrolle über ihre Nahrungsversorgung und haben diverse damit verbundene Vorteile (Vander Wall, 1990).

Die Vorräte können verschieden im Raum verteilt werden. Die beiden Extrema der möglichen Verteilungsmuster von Depots (caches) werden als larder-hoarding und scatter-hoarding bezeichnet.

Bei ersterem wird die gesamte gehortete Nahrung in einer oder wenigen Vorratskammern gelagert und verteidigt (Vander Wall, 1990). Beispielsweise lagert der Feldhamster (*Cricetus cricetus*) seine Vorräte in Kammern seines unterirdischen Baus (Grulich, 1981). Larder-hoarding zeigt auch die Fahnenschwanz-Kängururatte (*Dipodomys spectabilis*), ein Vertereter der Taschenmäuse (Heteromyidae), die Nahrung in ihren Bauen horten (Vorhies & Taylor, 1922; Reichman et al., 1985). Unter den Vögeln legt zum Beispiel der

Eichelspecht (*Melanerpes formicivorus*) große Speicher an (MacRoberts & MacRoberts, 1976) und der Neuntöter (*Lanius collurio*) spielt in einem Dornenbusch mehrere Beutetiere auf (Owen, 1948). Das bekannteste Beispiel für lader-hoarding aus der Welt der Insekten ist wohl die Honigbiene (*Apis mellifera*), die die gesamten Honigvorräte der Kolonie in eng nebeneinanderliegenden Wagen lagert (Seeley et al., 1982).

Beim scatter-hoarding werden hingegen nur ein oder wenige Nahrungsstücke pro Depot aufbewahrt und oft nicht aktiv verteidigt (Vander Wall, 1990). Der Begriff wurde 1962 von Morris in einer Arbeit über Grüne Acouchis (*Myoprocta pratti*, auch als *Myoprocta acouchy* bekannt), die einzelne Futterstücke weit voneinander entfernt vergraben, geprägt. Rotfuchse (*Vulpes vulpes*) wurden in Schottland beobachtet wie sie Eier von Lachmöwen (*Larus ridibundus*) einzeln in separaten Lagern versteckten (Kruuk, 1964; Tinbergen, 1965). Viele Paridae und Corvidae sind für scatter-hoarding sehr bekannt und Thema vieler Studien, beispielsweise Sumpfmeisen (*Poecile palustris*) (Cowie et al., 1981), Tannenmeisen (*Parus ater*) (Brotóns, 2000), Weidenmeisen (*Parus montanus*) und Haubenmeisen (*Parus cristatus*) (Jokinen & Suhonen, 1995), sowie unter den Krähenvögeln Kiefernhäher (*Nucifraga columbiana*) (Vander Wall und Balda, 1981), Elstern (*Pica pica*) (Clarkson et al., 1986) und Meisenhäher (*Perisoreus canadensis*) (Waite, 1988).

Welche Methode bei einer Tierart vorliegt, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zeitliche Aktivitätsmuster potentieller Futterdiebe, Aggressivität des Vorratssammlers gegenüber Dieben, klimatische Bedingungen und Charakteristika der gelagerten Nahrung sind von Bedeutung (Vander Wall, 1990). Baumhörnchen horten unter anderem Nüsse und Eicheln, die zur Nahrung vieler Tierarten zählen. Das macht es schwierig ein Depot erfolgreich zu verteidigen. Somit ist scatter-hoarding der effizienteste Weg die Vorräte vor arteigenen und artfremden Räubern zu schützen (Smith, 1968). Viele Baumhörnchenarten verstecken Nüsse einzeln in flachen unterirdischen Depots verteilt über ihre home ranges (Cahalane, 1942; Heaney & Thorington, 1978; Stapanian & Smith, 1978, 1984; Emmons, 1980; Kraus, 1983; Kato, 1985). Ähnlich anderer holarktischer Baumhörnchen zeigt das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) scatter-hoarding und legt im Herbst, wenn die Nahrung reichlich ist, Depots mit Vorräten wie ganzen Zapfen, Samen, Früchten und Pilzen im Boden vergraben oder in Astgabeln und Baumhöhlen an. Die gesammelten Vorräte werden bis in den nächsten Frühling genutzt (Eibl-

Eibesfeldt, 1963, Gaukler, 1963; Moller, 1983; Gurnell, 1978, Vander Wall, 1990; Wauters et al., 1992, Wauters & Casale, 1996; Lurz & South, 1998; Lee, 2002). Erfolgreiches Wiederfinden vieler Depots hat positive Konsequenzen auf die Fitness der Eichhörnchen. Individuen, die mehr Depots wiederfinden, haben ein höheres Körpergewicht, überleben länger und Weibchen können mehr Junge großziehen (Wauters et al., 1995).

In ihrer Arbeit zur Evolution von Vorratssammeln (food hoarding) stellen Anderson und Krebs (1978) fest, dass neben dem Fitnessvorteil Tiere, die Vorräte anlegen gegenüber solchen, die dieses Verhalten nicht zeigen einen Vorteil haben müssen, damit Vorratssammeln entstehen und bestehen bleiben kann. Bei scatter-hoarding bedeutet das, dass die Tiere, die die Depots angelegt haben diese eher wiederfinden können müssen als andere futtersuchende Individuen der gleichen oder einer anderen Art. Untersuchungen haben gezeigt, dass das bei verschiedenen Arten tatsächlich der Fall ist und Fähigkeiten wie räumliches Gedächtnis, Verwendung visueller Anhaltspunkte und Geruchssinn eine wichtige Rolle beim Wiederfinden der Depots spielen, zum Beispiel bei Rotfüchsen (Macdonald, 1976), Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*) (McQuade et al., 1986, Jacobs & Liman, 1991, Macdonald, 1997), Gelbe Fichten-Chipmunks (*Tamias amoenus*) (Vander Wall, 1991; Vander Wall et al., 2006), Eichhörnchen (Macdonald, 1997), Fuchshörnchen (*Sciurus niger*) (Waisman & Jacobs, 2008), Merriams Kängururatte (*Dipodomys merriami*) (Jacobs, 1992), Sumpfmeisen (Cowie et al., 1981), Kiefernhäher (Vander Wall, 1982; Balda & Kamil, 1992), Kleiber (*Sitta europaea*) (Nilsson et al., 1993) und Unglückshäher (*Perisoreus infaustus*) (Ekman et al., 1995).

Eine grundlegende Annahme des oft „optimal density model“ genannten Modells von Stapanian and Smith (1978) zur optimalen Verteilung der Depots beim scatter-hoarding ist, dass bei einer höheren Dichte an Depots mehr Depots von Plünderern gefunden werden. Es gibt ein Wechselspiel zwischen Energiegehalt der Nahrung, Transportkosten, die nötig sind um Depots in größerer Distanz zur Nahrungsquelle anzulegen, den Kosten für das Anlegen der Depots und den von Distanz oder Dichte abhängigen Verlusten an Depots. Wertvollere, oftmals größere Nahrungstücke, sollten in Depots, die in geringerer Dichte, beispielsweise in höherer Distanz, angelegt werden gelagert werden, um sie effizienter vor Plünderern zu bewahren (Stapanian & Smith, 1978, 1984; Clarkson et al., 1986;

Tamura et al., 1999). Bei verschiedenen Vogel- und Säugetierarten scheint dies der Fall zu sein. Wertvollere Samen und Früchte werden in größerer Distanz von der Quelle gehortet, zum Beispiel bei Fuchshörnchen (Stapanian & Smith, 1984), Rothörnchen (*Tamiasciurus hudsonicus*) (Hurly & Robertson, 1987), Weiden- und Haubenmeisen (Jokinen & Suhonen, 1995), Gelbe Fichten-Chipmunks (Vander Wall, 1995), Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*) (Steele et al., 1996), Goldagutis (*Dasyprocta leporina*) (Galetti et al., 2010), *Apodemus*-Arten (Wang & Chen, 2009; Wang et al., 2012) und Père-David-Rothörnchen (*Sciurotamias davidianus*) (Xiao et al., 2013). Auch bei Eichhörnchen wurde beschrieben, dass sie verschiedene Nahrung in unterschiedlicher Distanz vom Fundort deponieren. In Hokkaido, Japan, wurden Walnüsse (*Juglans regia*) weiter transportiert als Japanische Kastanien (*Castanea crenata*) (Lee, 2002).

Fragestellung:

Es stellte sich die Frage, ob das Horten energiereicherer Nahrung bei Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) mit höheren Investitionen korreliert. Es darf angenommen werden, dass größere Nüsse wertvoller für die Eichhörnchen als kleinere sind. Es wird postuliert, dass Walnüsse (*Juglans regia*) in weiter vom Angebotsort entfernten Depots gelagert werden, als die kleineren Haselnüsse (*Corylus avellana*). Auch soll die Annahme geprüft werden, ob individuelle Unterschiede in den Distanzen zwischen Futterstelle und Depots bestehen.

An vier futterzahmen Eichhörnchen im Schönbrunner Schlosspark in Wien wurde ausgehend von einer Futterstelle die Verteilung von Depots erhoben und geprüft, ob individuelle Unterschiede und Unterschiede in der Depotplatzwahl in Abhängigkeit von der Beute (Walnüsse oder Haselnüsse) bestehen. Ebenso wurde nach Einfluss räumlicher Strukturen gesucht.

Material und Methode:

Im Schönrunner Schlosspark, im 13. Wiener Gemeindebezirk, wurde für die Untersuchungen ein Standplatz in der Lindenallee nahe dem „Kartenspielplatz“ gewählt. Hier wurden von mir in den Tagen vor Beginn der Datenaufnahme regelmäßig die dort erscheinenden freilebenden futterzahmen Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) erfasst. Es handelt sich um acht Individuen, die vom 28.10.2012 bis zum 26.11.2012 mehr oder weniger regelmäßig erfasst wurden. Drei weitere Individuen wurden jeweils nur einmal gesehen. Zur Identifizierung der Individuen wurden mit einer digitalen Spiegelreflexkamera, Nikon D90, Aufnahmen gemacht. Das Geschlecht von fünf zutraulichen Eichhörnchen konnte bestimmt werden. Dazu wurde dem jeweiligen Individuum ein halber Walnusskern in ungefähr 20 bis 30 cm Höhe über dem Boden angeboten. Um den Kern zu erfassen, richteten sich die Hörnchen auf den Hinterbeinen auf, ergriffen mit den Händen meine Finger und zogen mit den Mündern den Kern zu sich. Dabei ist die Bauchseite der Hörnchen gut zu sehen und bei Männchen der Penis deutlich zu erkennen. Da die Tiere zur Zeit der Datenerhebung sexuell nicht aktiv waren, zeichneten sich die Hoden nicht deutlich als Wölbungen der Bauchdecke ab. Die Hoden liegen bei *Sciurus* nur während der Fortpflanzungsphase im Hodensack und sind in der sexuell inaktiven Zeit in die Bauchhöhle eingezogen (Asa, 1996). Bei den fünf zutraulichen Eichhörnchen handelte es sich um drei Weibchen (W-1, W-2 und W-3) und zwei Männchen (M-1 und M-2). Diese Tiere wurden regelmäßig am Standort angetroffen und nahmen Nüsse aus meiner Hand. Von ihnen stammen alle für diese Arbeit gewonnenen Daten. Anhand ihrer Fellfärbung und individueller Merkmale konnten sie eindeutig unterschieden und wiedererkannt werden (Abb.1 bis 5).



Abb. 1: Aussehen und individuelle Merkmale von W-1. **links:** Das Rückenfell des großen Weibchens erschien im Schatten, bei bedecktem Himmel und in der Dämmerung graubraun mit einem rötlichen Stich. In der Sonne wirkte das Fell um vieles rötlicher als bei weniger Licht. Die schmale Übergangszone zum weißen Bauchfell hin war rot und auch an den Gliedmaßen wies das Fell rote Bereiche auf. Die Ohrbüschel waren ebenso schwarzbraun wie der sehr buschige schwarzbraune Schwanz mit einem einzigen weißen Haar am distalen Ende. Das Fell am Nasenrücken war wie auf der Schnauze hellbeige gefärbt, mit einem dünnen dunklen Streifen in der Mitte. **rechts:** Nahe der Schwanzspitze fehlten einige Haare, sodass sich ein V-förmiges Muster ergab.



Abb. 2: Aussehen und individuelle Merkmale von W-2. Dieses Weibchen war das kleinste Individuum von den fünf futterzahmen Eichhörnchen. Das Rückenfell war braun, der schütttere Schwanz und die Ohrbüschel waren dunkler braun und die Bauchseite weiß. Die rote Übergangszone vom Rücken- ins Bauchfell war sehr schmal und die Hände weitgehend braun. Die Schnauze war einheitlich nur etwas heller braun gefärbt als das Rückenfell. Die Spitze des linken Ohres hatte eine kleine Einkerbung.



Abb. 3: Aussehen und individuelle Merkmale von W-3. Das Weibchen war gleichgroß wie W-1. Sein Rückenfell war graubraun und der sehr buschige Schwanz etwas dunkler. Am Rücken war ein heller „Fleck“ deutlich zu erkennen. In diesem Bereich war das Fell kürzer. Die Ohrbüschel hatten die gleiche Farbe wie der Schwanz, jedoch mit roten Partien. Vom rechten Ohrbüschel fehlte ein Teil.



Abb. 4: Aussehen und individuelle Merkmale von M-1. **links:** Das Männchen war etwas größer als W-2, aber deutlich kleiner als W-1 und W-3. Wie bei W-2 war das Rückenfell braun und das Bauchfell weiß. Auch Schwanz und Ohrbüschel waren dunkelbraun, jedoch war der Schwanz buschiger als bei W-2 ausgeprägt. Die Übergangszone vom Rücken- in das Bauchfell war rot und geringfügig breiter. **rechts:** Das linke Ohrbüschel war deutlich länger als das rechte. Auch die Färbung der Schnauze unterschied M-1 sichtbar von W-2. Sie war seitlich eindeutig heller und oben dunkler.



Abb. 5: Aussehen und individuelle Merkmale von M-2. **oben links:** Das Männchen war geringfügig kleiner als M-1 und hatte einen etwas schüttereren Schwanz. Rückenfell, Schwanz und Ohrbüschel waren schwarzbraun und wirkten in der Sonne leicht rötlich. Das Bauchfell war weiß. **oben rechts:** Das linke Ohr wies eine Einkerbung (weißer Pfeil) auf. **unten:** Oben auf der Schnauze, gleich nach der Nase, war ein streifenförmiger Defekt im Fell zu erkennen. Auch das einzelne weiße Haar auf der Stirn über dem rechten Auge war bis zum Ende der Beobachtungen vorhanden. (Das Foto zeigt M-2 beim Nehmen eines Walnusskernstückes aus meiner Hand.)

Es wurden ungeschälte Walnüsse (*Juglans regia*) und Haselnüsse (*Corylus avellana*) angeboten, die die Eichhörnchen in Depots versteckten. Die Walnüsse hatten Längen von 3 bis 3,5 cm und die Haselnüsse maßen zwischen 1,4 und 1,7 cm Länge.

Zur Datenerhebung wurden in Sequenzen dem jeweils im Fokus stehenden Individuum zehn Haselnüsse und zehn Walnüsse einzeln in zufälliger Folge gereicht. Diese zwanzig Nüsse waren vor Beginn jeder Sequenz in der linken

Tasche meiner Jacke vorbereitet, sodass sie für die Tiere während der Sequenz nicht sichtbar waren. Vor Beginn jeder Sequenz wurde einmal melodisch „Hörnchen! Hörnchen, Hörnchen!“, gerufen und die erste Nuss auf der flachen Hand präsentiert, um die Aufmerksamkeit der Tiere zu gewinnen. Mehrere Male näherte sich mir ein Hörnchen sobald ich in die Nähe des Standplatzes kam, folgte mir bis ich stehen blieb und wartete auf Futter. Waren mehrere Individuum anwesend, wurde eines ausgewählt und nur ihm Nüsse gereicht. Es handelte sich um jenes Hörnchen, das als erstes eine Nuss von der Hand nahm oder sich in einer Auseinandersetzung mit einem oder mehreren Artgenossen um die gebotene Nuss behauptete.

Auf der flachen linken Hand, zwei bis fünf Zentimeter über dem Boden, wurde dem Eichhörnchen die jeweilige Nuss angeboten. Dazu stand ich immer Richtung der Wiese und ging in die Hocke, um mich nicht über das Tier zu beugen und es so zu verunsichern. Nachdem es die Nuss von der Hand geholt und sich einige Meter entfernt hatte, wurde die nächste Nuss aus der Jackentasche genommen und angeboten, sowie das Eichhörnchen das Depot angelegt hatte und zurückkam. Wurde eine Nuss in nur wenigen Metern Entfernung gehortet oder in einigen wenigen Fällen sofort gefressen, wurde in der Hocke mit flach über dem Boden gehaltener Hand ruhig verharrt, um das Hörnchen so wenig wie möglich durch Bewegungen zu irritieren und nicht dazu zu veranlassen sich weiter weg zu bewegen. Dadurch kehrte es zurück bevor die nächste Nuss aus der Jackentasche genommen und angeboten werden konnte. In solchen Fällen wartete es vor mir auf die Nuss und nahm diese dann sogleich an.

Mit meiner rechten Hand hielt und betätigte ich eine digitale Videokamera, Sony, HDR-CX570E. Vom Nehmen der ersten Nuss bis nach dem Anlegen des letzten Depots einer jeden Sequenz wurde damit das Verhalten auf Video aufgezeichnet. Wenn das Eichhörnchen nach dem Vergraben einer Nuss nicht wieder zurückkam oder die nächste Nuss nicht annahm, endete manche Sequenz auch bevor alle zwanzig Nüsse angeboten werden konnten. War es hingegen bereit nach zwanzig Nüssen noch weitere zu verstecken, wurde die Aufzeichnung fortgesetzt. Wenn es notwendig war, für eine weitere Sequenz Nüsse aus der Umhängetasche in die Jackentasche zu geben, wurde die Videoaufnahme unterbrochen. Um zu verhindern, dass das Eichhörnchen währenddessen das Interesse verlor, wurde ihm ein Walnusskernstück gereicht. Meistens wurde dieses gefressen, selten

vergraben. Weiteren Individuen, die um Futter bettelten, wurden ebenfalls Walnusskernstücke gegeben. Daneben wurden während einiger Sequenzen auch Kohlmeisen (*Parus major*), Blaumeisen (*Cyanistes caeruleus*), Kleiber (*Sitta europaea*) und Buntspechte (*Dendrocopos major*) mit Walnusskernstücken gefüttert, wenn sie sehr nahe kamen, um zu verhindern, dass sie die Haselnüsse, die dem Eichhörnchen im Fokus angeboten wurden, von der Hand nahmen. Durch das Füttern sollte auch die Aufdringlichkeit dieser Tiere gegenüber mir vermindert werden, sodass das Eichhörnchen, das im Fokus stand, nicht stark irritiert wurde. Krähen (*Corvus corone corone / cornix*, deren Hybride und *Corvus frugilegus*), die nahe kamen und mitunter sehr lange auf Futter warteten, wurden nicht gefüttert, da diese nur noch mehr Individuen angelockt hätten.

Während aller Sequenzen trug ich dieselbe Kleidung (schwarze Jacke, blaue Jeans, dunkle Schuhe und schwarze Haube), Armbanduhr (schwarz mit Strasssteinen) am linken Handgelenk, grüne Umhängetasche und stets gleiche Frisur. Die Spiegelreflexkamera wurde um den Hals gehängt, um jederzeit Fotos von den Hörnchen machen zu können. Vor der Datenerhebung wurde immer dasselbe Deodorant, Haarspray, Duschgel, Shampoo, Zahnpaste, Gesichts- und Handcreme benutzt. Weitere Kosmetika wurden nicht verwendet. Das sollte den Einfluss meiner variierenden Erscheinung auf das Verhalten der Eichhörnchen so weit wie möglich minimieren. Meine Mutter, die mir oft bei den Versuchen half, kleidete sich jedes mal gleich in grüner Jacke, schwarzer Hose und weißer Haube, weiteres trug sie eine braune Handtasche. Während sie am Standort war stützte sie sich auf eine graue Krücke. Sie stand ungefähr vier Meter neben mir. Durch den anderen Blickwinkel war es ihr manchmal möglich das Anlegen und die Position eines Depotortes zu sehen, obwohl die Vegetation mir und der Kamera die Sicht nahm.

Anhand des Filmmaterials konnten die Positionen der vergrabenen Nüsse genau ermittelt werden. Am Heimcomputer im Programm PlayMemories Home Version 1.3.03.08201 von der Sony Corporation konnten an Hand der Videoaufnahmen mit Zeitcodes die Depotpositionen erfasst werden. So konnten im Freiland die wichtigen Stellen der Aufnahmen schnell gefunden und am Display der Videokamera angesehen werden. Mittels Standbilder konnten die Plätze der Depots gefunden werden. Mit einem Laserentfernungsmesser, Bosch PLR 50, wurden die Distanzen der einzelnen Depots zum Standplatz vermessen. Dabei

war es wichtig darauf zu achten, dass der Laserentfernungsmesser gerade gehalten wurde, um genaue Daten zu erhalten. Die Messungen wurden an mehreren Tagen in der Abenddämmerung durchgeführt. So war der Laserpunkt auch in weiterer Entfernung gut zu sehen. Außerdem hielten sich dann am Standort nur selten Parkbesucher und Mitarbeiter der Bundesgärten auf. Nur hin und wieder waren vereinzelte Krähen, andere Vögel oder Eichhörnchen zu dieser Zeit noch aktiv. Durch die leicht überschaubare Anzahl an Menschen und Tieren konnte leicht sichergestellt werden, dass der Laserstrahl nicht in deren Auge traf.

In 46 Sequenzen wurden von den fünf Eichhörnchen insgesamt 662 Nüsse von der Hand angenommen. Davon waren 336 Walnüsse und 326 Haselnüsse. Von 296 Wal- und 304 Haselnüssen wurden die Distanzen zwischen Standplatz und Depot gemessen, sowie die Lagen der Depots in Bezug auf die Nähe zu einer Struktur erfasst. Depots, deren Positionen nicht auf mindestens einen Meter mehr oder weniger genau ermittelt werden konnten, da Strukturen das Filmen und Beobachten des Versteckens der Nüsse verhinderte, wurden in die Auswertungen nicht einbezogen. Das gilt auch für fünf Sequenzen, in denen nur drei oder weniger Nüsse von dem Hörnchen angenommen wurden, sowie für eine Walnuss und sechs Haselnüsse, die von den Eichhörnchen verzehrt wurden. Des Weiteren wurden alle Nüsse (in zwei Sequenzen), die W-3 angenommen hatte, vernachlässigt, da zu diesem Weibchen nur sehr wenige Daten vorliegen.

Zur statistischen Auswertung mittels Chi-Quadrat-Test wurde die Anzahl der gehorteten Nüsse je 5m-Schritt ausgehend von meinem Standplatz während der Datenerhebung eingeteilt. Wenn nötig wurden auch andere Klassen, 10m-Schritte und 15m-Schritte, gewählt.

Anhand dieser Daten wurden folgende Parameter untersucht:

- Unterschiede in den Distanzen von Standplatz zu Depot zwischen Depots mit Wal- oder Haselnüssen
- Unterschiede in den Distanzen von Standplatz zu Depot zwischen den Geschlechtern, getrennt für Depots mit Wal- oder Haselnüssen
- Unterschiede in den Distanzen von Standplatz zu Depot zwischen den Individuen, getrennt für Depots mit Wal- oder Haselnüssen

Auf Klarsichtfolien, die über ein Luftbild des Standortes (<https://maps.google.at>) gelegt wurden, wurden die Positionen aller Depots mit Markern eingezeichnet. Die eingenordete Karte wurde mit dem Standplatz als gewählten Mittelpunkt in 45°-Kreissektoren eingeteilt. Jedes Depot wurde einem der acht Sektoren zugeordnet. Die Vegetation und andere räumliche Strukturen, wie Parkbänke, wurden für jeden Sektor beschrieben. Im Freiland wurden im Laufe der Vermessungen die räumlichen Gegebenheiten eines jeden Depots notiert. Es wurde vermerkt, ob sich die Depots bei Strukturen (Bäumen, Baumbeständen, Sträuchern, Strauchbeständen, Hecken, Zäunen, Bänken, Tischen oder Asthaufen) oder auf einer freien Fläche (Wege oder Wiesen) befand. Ein Depot galt dann in der Nähe einer Struktur liegend, wenn es sich nicht weiter als einen Meter von dieser entfernt befand.

Mittels Chi-Quadrat-Test wurde Folgendes untersucht:

- Unterschiede in der Anzahl der Depots je Sektor zwischen Depots mit Wal- oder Haselnüssen
- Unterschiede in der Anzahl der Depots je Sektor zwischen den Geschlechtern, getrennt für Depots mit Wal- oder Haselnüssen
- Unterschiede in der Anzahl der Depots je Sektor zwischen den Individuen, getrennt für Depots mit Wal- oder Haselnüssen
- Unterschiede in der Anzahl der Depots in Bezug auf die Entfernung zu einer räumlichen Struktur zwischen Depots mit Wal- oder Haselnüssen

Zur bildlichen Präsentation wurden die Positionen der Depots, Sektoren und der Standpunkt in Adobe Photoshop Elements 11 auf einer veränderten grafischen Darstellung des Gebietes (<http://www.wien.gv.at/stadtplan/>) eingezeichnet.

Ergebnisse:

Beschreibung der für die Untersuchung relevanten Bereiche der acht Sektoren (Abb. 6 bis 9):

Sektor N-NO: Vom Standpunkt aus gesehen bot ich in Richtung NNO den Eichhörnchen die Nüsse an. In dieser Richtung liegt eine Grünfläche, die in der Lindenallee, am Weg von dieser zum Kartenspielplatz und am Weg vom Kartenspielplatz Richtung Taubenhausallee von einer hüfthohen Hecke und einem ebenso hohen Zaun begrenzt wird. Der Zaun besteht aus runden, senkrechten Holzpfählen, auf denen ein halbrunder Balken liegt und ein weitmaschiges Gitter befestigt ist. Vom Standplatz aus Richtung NNO gesehen folgt auf den Zaun eine Wiese mit vereinzelten Sträuchern und einem dichteren Strauchbestand in Richtung nördlicher und nordöstlicher Begrenzung. In Sektor N-NO liegt ein Teil des Kartenspielplatzes, eine runde Fläche offenen Bodens mit vier Sitzgarnituren, zwei davon in diesem Sektor. Vom von Bäumen umstandenen Platz führt ein von Bäumen gesäumter Weg Richtung Taubenhausallee, der sich jedoch nicht mit dieser vereinigt, sondern im rechten Winkel Richtung Sektor NO-O abbiegt und dort von einer hohen Hecke begrenzt ist. Von ihm zweigen sich im Halbrund, ebenfalls zu beiden Seiten von hohen Hecken begrenzt, ein Weg Richtung Norden und einer gegen Süden ab. Der Weg Richtung Süden begrenzt die oben erwähnte Grünfläche und grenzt sie von einer weiteren ab.

Sektor NO-O: In diesem Sektor liegt ein kurzes Stück der Hecke und des Zaunes, die die Grünfläche zur Lindenallee hin begrenzen. Auch ein Randbaum der Allee steht hier. Auf der Grünfläche befinden sich drei große Bäume und vereinzelte Sträucher. Sie wird Richtung NNO und Osten von einem hohen Zaun und einer hohen Hecke abgeschlossen. Dahinter liegen weitere Grünflächen mit wenigen Sträuchern, die zur Gänze von hohen Hecken zu den Wegen hin begrenzt sind.

Sektor O-SO: Hier befindet sich der Großteil der Hecke und des Zaunes, die die Grünfläche zur Lindenallee begrenzen. Der näher zum Standplatz gelegene Teil der Grünfläche ist Wiese. Darauf folgt ein schmaler Teil mit Sträuchern, der nach Norden von einem hohen Zaun und einer hohen Hecke gesäumt wird. Nach einem Weg liegt eine weitere von hohen Hecken begrenzte Grünfläche. Den Großteil des Sektors macht die Lindenallee aus. Sie besteht aus zwei schmäleren seitlichen und einer breiteren inneren Spur. In regelmäßigen Abständen stehen an den

äußersten Rändern in der hüfthohen Hecke und an den Rändern der inneren Spur Bäume. Entlang der inneren Spur stehen auf Höhe der Bäume zwischen diesen vereinzelt Bänke, zwei davon in diesem Sektor.

Sektor SO-S: Nach einem Stück der Lindenallee mit einer Bank liegt hinter der Hecke ein Grünstreifen und danach ein Teil einer Reihe von Eiben, den einzigen Nadelbäumen im untersuchten Gebiet. Östlich der Eiben befindet sich ein begrünter Erdwall und ein einzelner Laubbaum am Rand der freien Fläche. An der Grenze zu Sektor O-SO liegt die Zufahrt zu dieser Fläche, auf der verschiedene Materialien wie Erde, Sand und Äste gelagert werden.

Sektor S-SW: Dieser Sektor ähnelt Sektor SO-S. Jedoch steht hier auf der Fläche hinter den Eiben kein Baum und der Erdwall endet hier. Stattdessen befinden sich gleich hinter den Eiben Haufen aus Ästen und Erde.

Sektor SW-W: Der Sektor schließt ein relativ großes Stück der Lindenallee mit drei Bänken, sowie den gesamten südlichen Rand der Allee ein. In ihm liegt auch das westliche Ende der von Eiben begrenzten Fläche, auf der sich auch hier Asthaufen finden. Gegen Westen folgt auf diese Fläche eine Grünfläche mit Bäumen und Sträuchern.

Sektor W-NW: In diesem Sektor liegt ein großer Teil der Lindenallee mit vier Bänken. Vom Standpunkt aus Richtung NW gesehen liegt eine Grünfläche, von der sich ein Teil in diesem Sektor befindet. Hier wird sie von der Lindenallee und der Taubenhausallee begrenzt. Nahe dem Standpunkt liegt ein kurzes Stück des Weges zum Kartenspielplatz. Von dort Richtung WWN ist die Grünfläche nicht nur von der hüfthohen Hecke, sondern auch von einem Zaun umgeben. Auf eine Wiese mit vereinzelten Sträuchern folgt Richtung WWN ein dichter Strauchbestand mit Bäumen. An der Grenze zu Sektor NW-NW liegt ein Kanaldeckel in der Wiese.

Sektor NW-N: Nahe dem Standplatz liegt ein Eck mit Wiese der bei Sektor N-NO besprochenen Grünfläche, das von der Lindenallee und dem Weg zum Kartenspielplatz gebildet wird. Auf dem Teil des Kartenspielplatzes in Sektor NW-N stehen zwei Tischgarnituren. Auch hier ist der Platz von Zaun, Hecke, und Bäumen eingegrenzt. Auf dem großen Teil der bei Sektor W-NW erwähnten Grünfläche stehen vereinzelte Sträucher, Strauchgruppen und mehrere Bäume. Nördlich des Kartenspielplatzes Richtung Taubenhausallee liegt eine Schachtabdeckung in der Wiese.



Abb. 6: Blick vom Standplatz aus auf die Sektoren NW-N und N-NO. **links:** In Sektor NW-N liegt im Vordergrund die Wiese, gefolgt von einem von Hecken und Zäunen begrenzten Weg, der von der Lindenallee zum Kartenspielplatz führt. Ein Teil des Kartenspielplatzes ist rechts oben zu erkennen. Nach dem Weg folgt eine Grünfläche, die bis zur Taubenhausallee im Hintergrund reicht. Am linken Bildrand ist der Stamm des Randbaumes der Lindenallee, der in diesem Sektor steht, erkennbar. **rechts:** Der in Sektor N-NO gelegene Teil des Kartenspielplatzes, sowie die Wiese mit Sträuchern, die bis zur hohen Hecke im Hintergrund reicht, welche die Grünfläche begrenzt.



Abb. 7: Blick vom Standort aus auf die Sektoren NO-O und O-SO. Auf beiden Standbildern ist ein Eichhörnchen zu sehen. **links:** Im Vordergrund ist der Zaun abgebildet, der die Wiese zur Lindenallee hin abgrenzt, und der Randbaum der Allee, der in Sektor NO-O steht. Auf der Wiese stehen in diesem Sektor drei hohe Bäume und vereinzelte Sträucher nahe der hohen Hecke im Hintergrund, die die Grenze dieser Grünfläche bildet. Am rechten Bildrand ist ein Teil der Lindenallee zu erkennen, bereits teil von Sektor O-SO. **rechts:** Die Lindenallee in Sektor O-SO führt bis zur Außenmauer des Schönbrunner Schlossparks. Die nördliche, seitliche Spur der Allee nimmt den Großteil des Bildes ein, nach rechts folgen die mittlere und die südliche, seitliche Spur. Danach ist im oberen rechten Teil des Bildes ein Stück der Eibenreihe zu erkennen, hinter der eine freie Fläche gelegen ist. Bei dem grünen Objekt handelt es sich um einen Abfalleimer.



Abb. 8: Blick vom Standort nach Süden, sowie auf Sektor SW-W und W-NW. **links:** Richtung Süden fällt der Blick über die Lindenallee mit ihren Bäumen und Bänken auf die niedrige Hecke und die dahinter gelegene Eibenreihe. Des weiteren ist ein Eichhörnchen im Bild. **rechts:** Im Teil der Lindenallee in den Sektoren SW-W und W-NW stehen mehrere Bänke. Die Eibenreihe und die dahinter gelegene frei Fläche enden in Sektor SW-W und werden von einer Grünfläche mit Bäumen und Sträuchern abgelöst.



Abb. 9: Eingenordetes Luftbild des Untersuchungsbereiches. Der Standplatz ist durch einen gelben Punkt markiert und die weißen Linien begrenzen die acht Sektoren.(<https://maps.google.at>)

Die statistische Auswertung der Messergebnisse zeigt einen signifikanten Unterschied ($n = 600$; $\chi^2 = 367,711$; $p < 0,001$) in den Distanzen von Standplatz zu Depot zwischen Depots mit Wal- oder Haselnüssen (Tab.1, Abb. 10). Mit 232 von insgesamt 304 Haselnüssen wurde der Großteil in einem Radius von zehn Metern um den Standplatz versteckt. In der Klasse von 0 m bis 5 m Abstand wurden 112 und in der Klasse von 6 m bis 10 m wurden 120 Depots mit je einer Haselnuss angelegt. In größerer Entfernung fällt die Zahl deutlich geringer aus und nimmt bis auf je zwei Depots in den Klassen von 26 m bis 30 m und von 31 m bis 35 m stetig ab. Es wurde keine Haselnuss in einer Entfernung größer als 35 m vom Standplatz vergraben.

Die Walnüsse wurden großteils in weiterer Distanz als die Haselnüsse vom Standplatz gehortet. In den Klassen von 0 m bis 5 m und 6 m bis 10 m finden sich deutlich weniger Depots mit Walnüssen als bei Gleichverteilung erwartet werden würden. In einer Distanz bis zu fünf Metern wurden lediglich sechs Walnüsse und im Abstand von 6 m bis 10 m wurden 14 Walnüsse vergraben. Ab 25 m sind in allen Klassen zu je fünf Metern mehr Depots als erwartet vorhanden. Die meisten werden den Klassen von 21 m bis 25 m mit 63 Stück, von 26 m bis 30 m mit 78 Stück und von 31m bis 35 m mit 43 Stück zugeordnet. In den drei Klassen von 46 m bis 60 m liegen je zwei Depots.

In den zwei Klassen von 11 m bis 15 m und von 16 m bis 20 m liegt die tatsächliche Anzahl der Depots nahe den Erwartungswerten. Das gilt sowohl für Depots mit Haselnüssen als auch für solche mit Walnüssen.

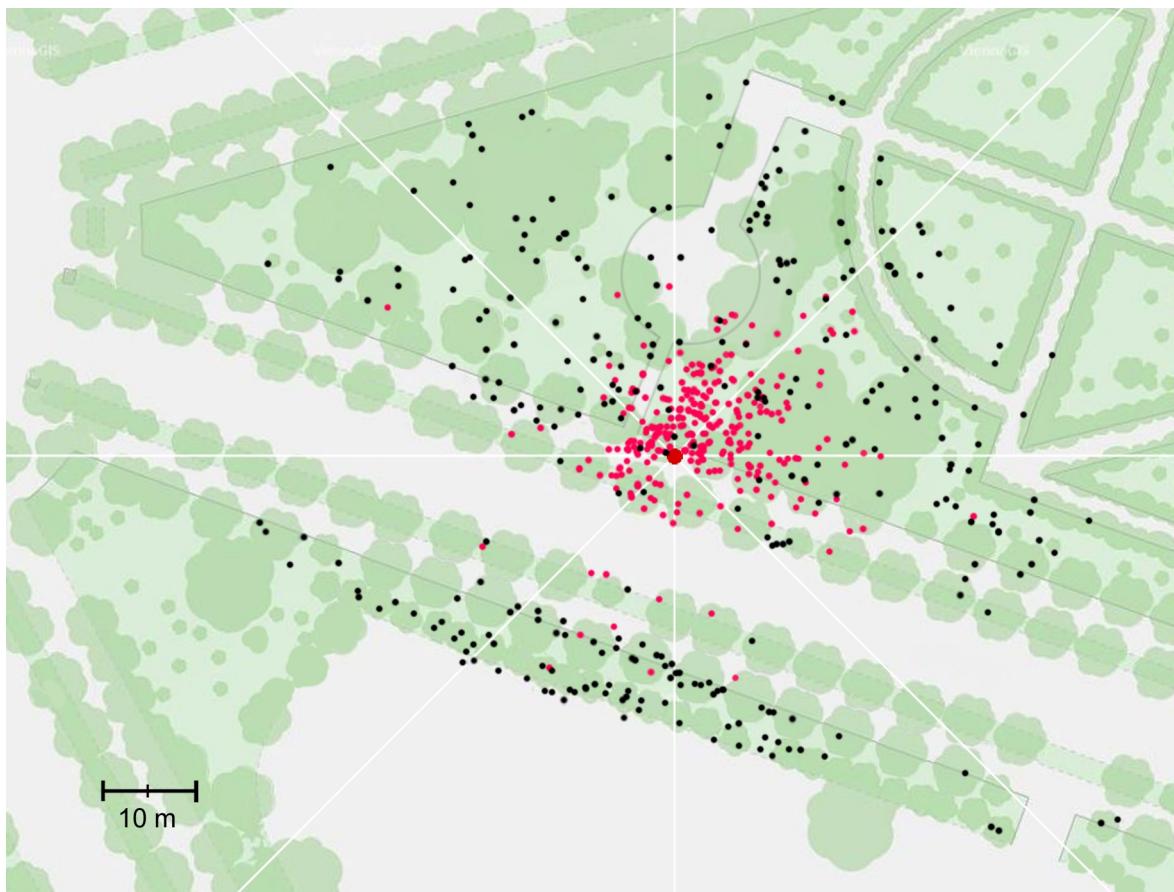


Abb. 10: Schematische Darstellung des Untersuchungsbereiches. Depots mit Walnüssen sind als schwarze Punkte und Depots mit Haselnüssen als rote Punkte eingezeichnet. Der größere dunkelrote Punkt markiert den Standplatz und die weißen Linien stellen die Grenzen der Sektoren dar. (<http://www.wien.gv.at/stadtplan/>)

Tab. 1: Beobachtete Anzahl der Depots mit Walnüssen ($n_{Depots\ WN}$, erste Spalte) und Haselnüssen ($n_{Depots\ HN}$, erste Spalte) in Distanzklassen (Distanz) ausgehend vom Standplatz. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots mit Walnüssen ($n_{Depots\ WN}$, zweite Spalte) und Haselnüssen ($n_{Depots\ HN}$, erste Spalte) auf alle Klassen erwartet werden würde. ($n = 600$; $df = 11$; $X^2 = 367,711$; $p < 0,001$)

Distanz [m]	$n_{Depots\ WN}$	$X^2_{Depots,\ WN}$	$n_{Depots\ HN}$	$X^2_{Depots,\ HN}$
0 - 5	6	58,213	46,831	45,598
6 - 10	14	66,107	41,072	39,991
11 - 15	35	36,013	0,028	0,028
16 - 20	15	16,773	0,187	0,182
21 - 25	63	36,507	19,226	18,720
26 - 30	78	39,467	37,621	36,632
31 - 35	43	22,200	19,488	18,975
36 - 40	26	12,827	13,528	13,173
41 - 45	10	4,933	5,205	5,067
46 - 50	2	0,987	1,040	1,013
51 - 55	2	0,987	1,040	1,013
56 - 60	2	0,987	1,040	1,013

Signifikante individuelle Unterschiede ($n = 296$; $X^2 = 20,758$; $p < 0,025$) in den Distanzen von Standplatz zu Depot liegen nur bei Depots mit Walnüssen (Tab. 2), nicht jedoch bei jenen mit Haselnüssen (Tab. 3) vor. Nicht auszuschließen ist ein Unterschied zwischen den Geschlechtern.

Tab. 2.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Walnüssen von Männchen ($n_{Depots, WN, ♂♂}$, erste Spalte) und Weibchen ($n_{Depots, WN, ♀♀}$, erste Spalte) in Distanzklassen (Distanz) ausgehend vom Standplatz. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von Männchen ($n_{Depots, WN, ♀♀}$, zweite Spalte) und Weibchen ($n_{Depots, WN, ♂♂}$, zweite Spalte) auf alle Klassen erwartet werden würde. ($n = 296$; $df = 9$; $X^2 = 20,758$; $p < 0,025$)

Distanz [m]	$n_{Depots, WN, ♂♂}$	$X^2_{Depots, WN, ♂♂}$	$n_{Depots, WN, ♀♀}$	$X^2_{Depots, WN, ♀♀}$
0 - 5	6	2,939	3,188	3,061
6 - 10	9	6,858	0,669	7,142
11 - 15	13	17,145	1,002	17,855
16 - 20	8	7,348	0,058	7,652
21 - 25	34	30,861	0,319	32,139
26 - 30	32	38,209	1,009	39,791
31 - 35	17	21,064	0,784	21,936
36 - 40	14	12,736	0,125	13,264
41 - 45	6	4,899	0,247	5,101
46 - 60	6	2,939	3,188	3,061

Tab. 3.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Haselnüssen von Männchen ($n_{Depots, HN, ♂♂}$, erste Spalte) und Weibchen ($n_{Depots, HN, ♀♀}$, erste Spalte) in Distanzklassen (Distanz) ausgehend vom Standplatz. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von Männchen ($n_{Depots, HN, ♀♀}$, zweite Spalte) und Weibchen ($n_{Depots, HN, ♂♂}$, zweite Spalte) auf alle Klassen erwartet werden würde. ($n = 304$; $df = 5$; $X^2 = 3,212$; nicht signifikant)

Distanz [m]	$n_{Depots, HN, ♂♂}$	$X^2_{Depots, HN, ♂♂}$	$n_{Depots, HN, ♀♀}$	$X^2_{Depots, HN, ♀♀}$
0 - 5	54	55,632	0,048	56,368
6 - 10	55	59,605	0,356	60,395
11 - 15	23	18,875	0,901	19,125
16 - 20	11	9,438	0,259	9,563
21 - 25	6	5,464	0,053	5,536
26 - 35	2	1,987	0,000	2,013

Es gibt signifikante individuelle Unterschiede ($n = 296$; $X^2 = 47,642$; $p = 0,01$) in den Distanzen vom Standplatz zu Depot bei den Depots mit Walnüssen (Tab. 4). Mit Depots in einer Distanz von 46 m bis 60 m sind sechs Walnüsse, die von allen Nüssen am weitesten vom Standpunkt entfernt vergrabenen. Sie wurden alle von einem einzigen Männchen (M-1) versteckt. Dasselbe Individuum legte im Abstand von 11 m bis 15 m deutlich weniger Depots an als erwartet. Das weitere

Männchen (M-2) legte hingegen mehr Depots mit Walnüssen in geringer Entfernung (0 m bis 5 m und 6 m bis 10) an als erwartet. Auch die Anzahl der Depots in der Klasse von 21 m bis 25 m liegt über dem Erwartungswert. In der Klasse von 26 m bis 30 m wird der erwartete Wert unterschritten. Beide Weibchen (W-1 und W-2) legten im Abstand von 0 m bis 5 m kein Depot mit Walnüssen an, und liegen damit unter den Erwartungswerten. In der Klasse von 11 m bis 15 m befinden sich mehr Depots als erwartet von W-2. W-1 überschreitet den Erwartungswert für die Klasse von 16 m bis 20 m während ihn W-2 unterschreitet. Mehr Depots von W-1 als erwartet liegen auch in den Klassen von 26 m bis 30 m und von 31 m bis 35 m.

Tab. 4.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Walnüssen von den vier untersuchten Individuen (M-1, M-2, W-1 und W-2) in Distanzklassen (Distanz) ausgehend vom Standplatz. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von allen Individuen auf alle Klassen erwartet werden würde. ($n = 296$; $df = 27$; $X^2 = 47,642$; $p = 0,01$)

Distanz [m]	n Depots, WN, M-1		X ² _{M-1}	n Depots, WN, M-2		X ² _{M-2}	n Depots, WN, w-1		X ² _{W-1}	n Depots, WN, w-2		X ² _{W-2}
0 - 5	3	1,723	0,946	3	1,216	2,617	0	1,095	1,095	0	1,966	1,966
6 - 10	3	4,020	0,259	6	2,838	3,523	1	2,554	0,946	4	4,588	0,075
11 - 15	5	10,051	2,538	8	7,095	0,115	5	6,385	0,300	17	11,470	2,666
16 - 20	5	4,307	0,112	3	3,041	0,001	5	2,736	1,873	2	4,916	1,730
21 - 25	16	18,091	0,242	18	12,770	2,142	10	11,493	0,194	19	20,645	0,131
26 - 30	22	22,399	0,007	10	15,811	2,136	16	14,230	1,770	30	25,561	0,771
31 - 35	11	12,348	0,147	6	8,716	0,846	11	7,845	1,269	15	14,091	0,059
36 - 40	10	7,466	0,860	4	5,270	0,306	4	4,743	0,116	8	8,520	0,032
41 - 45	4	2,872	0,443	2	2,027	0,000	2	1,824	0,017	2	3,277	0,498
46 - 60	6	1,723	10,617	0	1,216	1,216	0	1,095	1,095	0	1,966	1,966

Bei den Distanzen der Depots mit Haselnüssen verschiedener Individuen liegen keine signifikanten Unterschiede vor (Tab. 5). Auch hier sind mehr Depots von M-2 als erwartet in geringem Abstand (0 m bis 5 m) zu finden. Die Anzahl der von M-1 in dieser Distanz vergrabenen Haselnüsse liegt hingegen deutlich unter dem Erwartungswert. Dieses Männchen legte mehr Depots mit Haselnüssen als erwartet in größeren Distanzen, in drei Klassen von 11 m bis 25 m, an.

Tab. 5.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Haselnüssen von den vier untersuchten Individuen (M-1, M-2, W-1 und W-2) in Distanzklassen (Distanz) ausgehend vom Standplatz. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von allen Individuen auf alle Klassen erwartet werden würde. ($n = 304$; $df = 15$; $X^2 = 24,119$; $p < 0,1$; nicht signifikant)

Distanz [m]	n	Depots, HN, M-1	X^2_{M-1}	n	Depots, HN, M-2	X^2_{M-2}	n	Depots, HN, W-1	X^2_{W-1}	n	Depots, HN, W-2	X^2_{W-2}
0 - 5	23	32,053	2,557	31	23,579	2,336	21	21,000	0,000	37	35,368	0,075
6 - 10	33	34,342	0,052	22	25,263	0,421	28	22,500	1,344	37	37,895	0,021
11 - 15	15	10,875	1,565	8	8,000	0,000	4	7,125	1,371	11	12,000	0,083
16 - 20	9	5,438	2,333	2	4,000	1,000	0	3,563	3,563	8	6,000	0,667
21 - 25	5	3,148	1,090	1	2,316	0,748	2	2,063	0,002	3	3,474	0,065
26 - 35	2	1,145	0,638	0	0,842	0,842	2	0,750	2,083	0	1,263	1,263

In der Verteilung der Depots auf die acht Sektoren gibt es signifikante Unterschiede ($n = 600$; $X^2 = 46,314$; $p < 0,001$) zwischen Depots mit Walnüssen und Haselnüssen (Tab. 6). In Sektor N-NO wurden 120 Nüsse und in Sektor NO-O wurden 119 der insgesamt 600 Nüsse vergraben. Mit 75 und 77 Depots mit Haselnüssen wurden in diesen beiden Sektoren mit Abstand die meisten und mehr als erwartete Haselnüsse versteckt. Die Zahlen der Depots mit Walnüssen unterschreiten hingegen mit 45 und 42 Depots die Erwartungswerte. Umgekehrt verhält es sich in den Sektoren SO-S und S-SW. Hier liegen die Zahlen der Haselnüsse deutlich unter den bei Gleichverteilung erwarteten Werten. In Sektor SO-S wurden nur 8 und im Sektor S-SW 14 Depots mit Haselnüssen angelegt. Somit liegen in den beiden Sektoren die wenigsten Depots mit Haselnüssen.

Mit 45 Depots wurden in Sektor N-NO die meisten Walnüsse vergraben. Diese Zahl liegt ebenso wie die 42 Depots in Sektor NO-O aufgrund der vielen Depots mit Haselnüssen unter den Erwartungswerten. In den Sektoren SO-O und S-SW wurden 31 und 42 Walnüsse vergraben. Das sind mehr als erwartet.

In den übrigen vier Sektoren (O-SO, SW-W, W-NW, NW-N) gibt es weder bei Depots mit Walnüssen noch mit Haselnüssen größere Abweichungen von den Erwartungswerten.

Tab. 6.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Walnüssen ($n_{Depots\ WN}$, erste Spalte) und Haselnüssen ($n_{Depots\ HN}$, erste Spalte) in den einzelnen Sektoren. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots mit Walnüssen ($n_{Depots\ WN}$, zweite Spalte) und Haselnüssen ($n_{Depots\ HN}$, erste Spalte) auf alle Sektoren erwartet werden würde. ($n = 600$; $df = 7$; $X^2 = 46,314$; $p < 0,001$)

Sektor	$n_{Depots\ WN}$		X^2_{WN}	$n_{Depots\ HN}$		X^2_{HN}
N - NO	45	59,200	3,406	75	60,800	3,316
NO - O	42	58,707	4,755	77	60,293	4,629
O - SO	37	38,480	0,057	41	39,520	0,055
SO - S	31	19,240	7,188	8	19,760	6,999
S - SW	42	27,627	7,478	14	28,373	7,281
SW - W	23	22,200	0,029	22	22,800	0,028
W - NW	35	31,080	0,494	28	31,920	0,481
NW - N	41	39,467	0,060	39	40,533	0,058

Signifikante individuelle Unterschiede ($n = 296$; $X^2 = 14,724$; $p < 0,05$) finden sich in der Verteilung der Depots mit Walnüssen auf die Sektoren (Tab. 7), wobei am Material nicht geprüft werden kann, ob es sich um individuelle Unterschiede unabhängig vom Geschlecht handelt oder um geschlechtsbezogene Unterschiede. In Sektor N-NO legten die Weibchen mit einer Anzahl von 31 die meisten Depots mit Walnüssen an und überschreiten damit den Erwartungswert, der hingegen mit nur 14 Depots von den Männchen unterschritten wird. Mehr Depots als erwartet stammen hingegen in den Sektoren S-SW und W-NW von den Männchen, von den Weibchen weniger. Die wenigsten Walnüsse (23 Stück) wurden von beiden Geschlechtern in Sektor SW-W vergraben.

Tab. 7.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Walnüssen von Männchen ($n_{Depots,\ WN,\ ♂♂}$, erste Spalte) und Weibchen ($n_{Depots,\ WN,\ ♀♀}$, erste Spalte) in den jeweiligen Sektoren. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von Männchen ($n_{Depots,\ WN,\ ♂♂}$, zweite Spalte) und Weibchen ($n_{Depots,\ WN,\ ♀♀}$, zweite Spalte) auf alle Sektoren erwartet werden würde. ($n = 296$; $df = 7$; $X^2 = 14,724$; $p < 0,05$)

Sektor	$n_{Depots,\ WN,\ ♂♂}$		$X^2_{Depots,\ WN,\ ♂♂}$	$n_{Depots,\ WN,\ ♀♀}$		$X^2_{Depots,\ WN,\ ♀♀}$
N - NO	14	22,044	2,935	31	22,956	2,819
NO - O	17	20,574	0,621	25	21,426	0,596
O - SO	22	18,125	0,828	15	18,875	0,796
SO - S	13	15,186	0,315	18	15,814	0,302
S - SW	26	20,574	1,431	16	21,426	1,374
SW - W	11	11,267	0,006	12	11,733	0,006
W - NW	22	17,145	1,375	13	17,855	1,320
NW - N	20	20,084	0,000	21	20,916	0,000

Kein signifikanter Unterschied zwischen Männchen und Weibchen besteht in der Verteilung der Depots mit Haselnüssen auf die Sektoren (Tab. 8).

Tab. 8.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Haselnüssen von Männchen ($n_{Depots, HN, \text{♂♂}}$, erste Spalte) und Weibchen ($n_{Depots, HN, \text{♀♀}}$, zweite Spalte) in den jeweiligen Sektoren. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von Männchen ($n_{Depots, HN, \text{♀♀}}$, zweite Spalte) und Weibchen ($n_{Depots, HN, \text{♀♀}}$, zweite Spalte) auf alle Sektoren erwartet werden würde. ($n = 304$; $df = 7$; $X^2 = 13,510$; nicht signifikant)

Sektor	$n_{Depots, HN, \text{♂♂}}$	$X^2_{Depots, HN, \text{♂♂}}$	$n_{Depots, HN, \text{♀♀}}$	$X^2_{Depots, HN, \text{♀♀}}$
N - NO	35	37,253	0,136	40
NO - O	36	38,247	0,132	41
O - SO	14	20,365	1,989	27
SO - S	5	3,974	0,265	3
S - SW	12	6,954	3,662	2
SW - W	13	10,928	0,393	9
W - NW	15	13,908	0,086	13
NW - N	21	19,372	0,137	18

Weder in der Verteilung der Depots mit Walnüssen auf die Sektoren noch in der Verteilung der Depots mit Haselnüssen finden sich signifikante Unterschiede zwischen den vier Individuen (Tab. 9 und Tab. 10).

Tab. 9.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Walnüssen von den vier untersuchten Individuen (M-1, M-2, W-1 und W-2) in den acht Sektoren. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von allen Individuen auf alle Sektoren erwartet werden würde. ($n = 296$; $df = 21$; $X^2 = 22,802$; nicht signifikant)

Sektor	$n_{Depots, WN, M-1}$	X^2_{M-1}	$n_{Depots, WN, M-2}$	X^2_{M-2}	$n_{Depots, WN, w-1}$	X^2_{w-1}	$n_{Depots, WN, W-2}$	X^2_{W-2}	
N - NO	9	12,922	1,190	5	9,122	1,863	12	8,209	1,751
NO - O	10	12,061	0,352	7	8,514	0,269	9	7,662	0,234
O - SO	14	10,625	1,072	8	7,500	0,033	6	6,750	0,083
SO - S	10	8,902	0,135	3	6,284	1,716	6	5,655	0,021
S - SW	16	12,061	1,286	10	8,514	0,259	4	7,662	1,750
SW - W	6	6,605	0,055	5	4,662	0,025	3	4,196	0,341
W - NW	12	10,051	0,378	10	7,095	1,189	4	6,385	0,891
NW - N	8	11,774	1,210	12	8,311	1,637	10	7,480	0,849

Tab. 10.: Beobachtete Anzahl der Depots mit Haselnüssen von den vier untersuchten Individuen (M-1, M-2, W-1 und W-2) in den acht Sektoren. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots von allen Individuen auf alle Sektoren erwartet werden würde. ($n = 304$; $df = 21$; $X^2 = 20,026$; nicht signifikant)

Sektor	n	Depots, HN, M-1	X^2_{M-1}	n	Depots, HN, M-2	X^2_{M-2}	n	Depots, HN, W-1	X^2_{W-1}	n	Depots, HN, W-2	X^2_{W-2}
N - NO	18	21,464	0,559	17	15,789	0,093	16	14,063	0,267	24	23,684	0,004
NO - O	23	22,036	0,042	13	16,211	0,636	14	14,438	0,013	27	24,316	0,296
O - SO	11	11,734	0,046	3	8,632	3,675	9	7,688	0,224	18	12,947	1,972
SO - S	2	2,289	0,036	3	1,684	1,028	1	1,500	0,167	2	2,526	0,110
S - SW	7	4,007	2,236	5	2,947	1,430	1	2,625	1,006	1	4,421	2,647
SW - W	8	6,296	0,461	5	4,632	0,029	5	4,125	0,186	4	6,947	1,250
W - NW	8	8,013	0,000	7	5,895	0,207	5	5,250	0,012	8	8,842	0,080
NW - N	10	11,161	0,121	11	8,211	0,947	6	7,313	0,236	12	12,316	0,008

Es liegt ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) in der Entfernung zu räumlichen Strukturen zwischen Depots mit Walnüssen oder Haselnüssen vor (Tab. 11). Von 296 Depots mit Walnüssen liegt mit einer Anzahl von 233 Depots der Großteil nicht weiter als einen Meter von einer Struktur entfernt. Lediglich 63 Walnüsse wurden mehr als einen Meter weit von einer Struktur vergraben.

Von den insgesamt 304 Haselnüsse 140 Stück in der Nähe einer Struktur vergraben und 164 Stück in einer Distanz von über einem Meter zu einer Struktur.

Tab. 11.: Beobachtete Anzahl aller Depots mit Walnüssen beziehungsweise Haselnüssen in Bezug auf die Distanz zur nächstgelegenen räumlichen Struktur. Die beobachtete Anzahl wird mit der Anzahl verglichen, die bei gleicher Verteilung der Depots auf die zwei Distanzklassen erwartet werden würde. ($n = 600$; $f = 21$; $X^2 = 68,033$; $p < 0,001$).

Distanz [m]	n Depots WN		X^2_{WN}	n Depots HN		X^2_{HN}
≤ 1	233	184,013	13,041	140	188,987	12,698
> 1	63	111,987	21,429	164	115,013	20,865

Diskussion:

Die Eichhörnchen legten signifikant mehr Depots mit Walnüssen in einer größeren Entfernung zur zentralen Nahrungsquelle an als mit Haselnüssen. Das stimmt mit Studien überein, die zeigten, dass größere, energiereichere Futterstücke von Hörnchen in größeren Entferungen zur Futterstelle und somit geringerer Dichte gehortet werden. Stapanian und Smith (1984) fanden, dass Fuchshörnchen (*Sciurus niger*) Nüsse des Schwarznussbaumes (*Juglans nigra*) in größerer Entfernung als Eicheln (*Quercus macrocarpa*) deponierten, wenn ihnen beide Futterarten in gleicher, konstanter Anzahl auf zwei getrennten Haufen nebeneinander angeboten wurden. Gelbe Fichten-Chipmunks (*Tamias amoenus*) transportieren die von ihnen bevorzugten Kiefersamen (*Pinus jeffreyi*) weiter als Samen von *Purshia tridentata*, außerdem horten sie weniger Kiefersamen pro Depot und legen Depots mit Kiefersamen in größerer Distanz zu anderen Depots an (Vander Wall, 1995).

Nicht nur Größe und Inhaltsstoffe, sondern auch die Verderblichkeit der Nahrung nimmt Einfluss auf die Entscheidungen ob und in welcher Entfernung Hörnchen Depots anlegen. So unterscheiden Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*) zwischen geschälten und ungeschälten Eicheln, zwischen intakten und von *Curculio*-Larven befallenen Eicheln und zwischen Eicheln verschiedener Keimdauer. Es werden ungeschälte und später keimende, damit für sie wertvollere, länger haltbare Eicheln bevorzugt und weiter weg transportiert (Steele et al., 1996). Auch das Père-David-Rothörnchen (*Sciurotamias davidianus*) erkennt die Keimfähigkeit von Eicheln und entfernt gegebenenfalls die Embryonen, um die Haltbarkeit zu erhöhen. Es werden größere Eicheln bevorzugt und in größerer Entfernung gehortet (Xiao et al., 2013).

Die vier von mir untersuchten Eichhörnchen vergruben Walnüsse (*Juglans regia*) in Distanzen von unter einem Meter bis maximal sechzig Meter, den Großteil jedoch zwischen 21 m und 35 m. Auch Ergebnisse anderer Autoren zeigen, dass Nüsse einer Art in verschiedenen Distanzen gehortet werden: Japanische Eichhörnchen (*Sciurus lis*) horteten Walnüsse (*Juglans ailanthifolia* / *Juglans ailanthifolia*) in Distanzen von 1 – 62 m (Tamura & Shibasaki, 1996) und von 0 –

168 m vom Futterplatz entfernt (Tamura et al., 1999). Schwarznüsse (*Juglans nigra*) wurden von Fuchshörnchen im Mittel 38,1 m transportiert und nie in einem Abstand unter 15 m von einer zentralen Futterstelle vergraben (Stapanian und Smith, 1978). In einer späteren Arbeit von Stapanian und Smith (1984) trugen Fuchshörnchen Schwarznüsse durchschnittlich 25,9 m weit um sie zu vergraben. In einer Untersuchung im Herbst in Japan wurden von allen Nahrungsstücken, die *Sciurus vulgaris* als Vorräte sammelte, Walnüsse (*Juglans regia*) mit im Mittel 94 m am weitesten transportiert. Sie wurden stets einzeln gehortet, auch wenn mehrere zugleich transportiert wurden, und nie gefressen (Lee, 2002). Bei meiner Untersuchung wurden ebenfalls alle Walnüsse, aber auch alle Haselnüsse einzeln vergraben. Ich konnte nie beobachtet, dass ein Eichhörnchen mehr als ein Stück pro Depot vergraben hat. Dazu ist anzumerken, dass im Unterschied zu anderen Untersuchungen von mir den Tieren jeweils nur eine einzelne Nuss auf der Hand geboten wurde. Sobald sich ein Tier entschlossen hatte, Nüsse von meiner Hand anzunehmen, wurden von jedem der fünf futterzahmen Eichhörnchen sowohl Walnüsse als auch Haselnüsse genommen bis das Tier nicht mehr zu mir zurückkehrte. Nur einmal beschnupperte ein Eichhörnchen die Haselnuss lediglich und nahm sie nicht von der Hand. Es nahm jedoch auch eine andere Haselnuss und eine daraufhin gereicht Walnuss nicht, sondern entfernte sich von mir. Nie lehnte jedoch ein Tier eine Haselnuss ab und wartete, ob ich ihm eine Walnuss geben würde. Nachdem die Eichhörnchen eine Haselnuss von meiner Hand genommen hatten, kam es immer wieder bei allen fünf Individuen vor, dass sie an der leeren Hand schnupperten und Suchverhalten zeigten. W-3, das zutraulichste der fünf Hörnchen, drückte dabei sogar seine Schnauze zwischen meine Finger und suchte auch an meinem Handgelenk und im Ärmel meiner Jacke. Hatten die Hörnchen jedoch eine Walnuss erhalten, zeigten sie solches Verhalten nie. Vielleicht ist auch dieser Unterschied im Verhalten darin begründet, dass Walnüsse für die Eichhörnchen wertvoller sind als Haselnüsse, oder dass sie noch zusätzlich eine weitere Nuss zu einer Haselnuss angenommen und gehortet hätten.

Männchen und Weibchen meiner Untersuchungstiere unterschieden sich signifikant in den Entferungen der Walnuss-Depots vom Fütterungspunkt: die beiden Männchen deponierten Walnüsse an weiter entfernten Stellen als die Weibchen. An einer größeren Anzahl von Individuen wäre zu prüfen, ob es sich

dabei um individuelle Unterschiede unabhängig vom Geschlecht oder um geschlechtsspezifische Unterschiede handelt.

In der Verteilung der Depots mit Walnüssen auf die acht Sektoren gibt es signifikante Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen. Auch hier wären weitere Untersuchungen nötig.

Was die Wahl der Sektoren betrifft ließen sich weder für Walnüsse als auch für Haselnüsse keine individuellen Unterschiede finden. Dieser Befund steht im Widerspruch zu Ergebnissen an anderen *Sciurus*-Arten. Stapanian und Smith (1978) stellten eine Hypothese auf, dass Individuen beim scatter-hoarding versuchen sollten ihre Depots in „optimaler Dichte“ und nicht in maximaler Dichte anzulegen, um so mehr ihrer Vorräte tatsächlich später nutzen zu können, da in Relation weniger von Konkurrenten gefunden und geplündert würden. Die Plünderer würden durch die relativ geringe Dichte der Depots entmutigt werden nach dem zufälligen Finden eines Depots nach weiteren in nächster Umgebung zu suchen. Wird angenommen, dass die Tiere die zurückgelegten Strecken beim Vorratssammeln und die damit verbundenen Kosten minimieren, sollten nach Stapanian und Smith l.c. die Hörnchen den gesamten Umkreis von 360° um die Futterstelle zum Anlegen ihrer Depots nützen, sofern das Gelände dafür geeignet ist. Die untersuchten Fuchshörnchen vergruben jedoch Schwarznüsse, die ihnen auf einem Haufen zur Verfügung gestellt wurden, in individuellen Bereichen, die sich kaum mit denen der anderen Individuen überschnitten. Dabei neigte jedes Fuchshörnchen dazu seine Depots in der Nähe seines Nestbaumes anzulegen. Dadurch sind die Distanzen zu den individuellen Depots für jedes Individuum insgesamt geringer, als wenn alle Individuen im gesamten Bereich Depots angelegen würden. In den einzelnen individuellen Bereichen wären die Depots in optimaler Dichte angelegt. Umherstreunende Fuchshörnchen könnten so weniger leicht eine Mehrzahl von Depots finden (Stapanian & Smith, 1978). Weitere Versuche mit vergrabenem Futter von Stapanian und Smith (1984) zeigen, dass Fuchshörnchen die relative Dichte und den Nahrungsgehalt der vergrabenen Nüsse anhand von Nussfunden in einem Gebiet erkennen können und danach ihr Suchverhalten richten. Da sie länger in Gebieten hoher Dichte suchen, werden dort relativ viele Depots rasch gefunden und geplündert. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass bei Fuchshörnchen die Dichte deponierten Futters eine größere Rolle bei der Strategie der Futtersuche spielt als der räumliche Abstand der

Depots (l.c.). Kraus (1983) testete die Hypothese von Stapanian und Smith (1978), wonach Hörnchen den gesamten Umkreis von 360° um die Futterressource für Depots nutzen sollten an Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*). Auch hier bevorzugten aber die einzelnen Individuen bestimmte Richtungen ausgehend von einer zentralen Futterquelle. Bei Vögeln, die Scatter-hoarding zeigen, gibt es unterschiedliche Ergebnisse. So legen Elstern (*Pica pica*) in Versuchen ihre Depots in eigenen Bereichen an, die sich nicht mit denen anderer Individuen überschneiden (Clarkson et al., 1986). In Versuchen mit Meisen bevorzugen Weidenmeisen (*Parus montanus*) individuell bestimmte Richtungen in denen sie die meisten Depots anlegen. Haubenmeisen (*Parus cristatus*) hingegen legen Depots gleichmäßig um die Futterstelle an und die einzelnen Individuen nützen alle Sektoren (Jokinen & Suhonen, 1995). Tannenmeisen (*Parus ater*) legen Depots gehäuft nahe dem Zentrum ihrer home ranges an (Brotóns, 2000).

Fuchshörnchen und Grauhörnchen legen ihre Depots im Zentrum ihrer home range in der Nähe ihrer Nestbäume an, sodass die Wahrscheinlichkeit hoch ist die Nahrung wiederzufinden (Stapanian & Smith, 1978; Kraus, 1983). Grauhörnchen legten auch nach Spritzer und Brazeau (2003) ausgehend von der zentralen Futterstelle ihre Depots in Richtung der Zentren ihrer home ranges an. Grauhörnchen könnten ihre Depots leichter im Zentrum ihrer home range verteidigen. Auch könnten sich Grauhörnchen die Lage ihrer Depots leichter merken, wenn mehrere lokal gehäuft sind, da die Zahl der Bereiche, die sie wieder finden müssen, verringert wird.

Außer den vier futterzahmen waren noch vier weitere Eichhörnchen mehr oder weniger regelmäßig im Untersuchungsbereich anwesend. Weitere drei Tiere wurden nur je einmal beobachtet. Daher darf angenommen werden, dass der Untersuchungsbereich für die acht regelmäßig angetroffenen Hörnchen jeweils Teil ihrer home ranges war. W-1, W-3, M-1 und ein weiteres Weibchen bezogen öfters in der Abenddämmerung Kobeln im Bereich des Standortes, dabeisuchten die einzelnen Individuen nicht immer denselben Kobel. Im Unterschied zu den von Stapanian und Smith (1978) untersuchten Fuchshörnchen, haben Eichhörnchen mehrere Kobel, die sie alle paar Tage wechseln. Obwohl Eichhörnchen als Einzelgänger gelten nutzen besonders im Winter bei Kälte auch mehrere sich gegenseitig bekannte Individuen gemeinsam einen Kobel (Bosch & Lurz, 2011). Die Größe der home ranges steht im Zusammenhang mit dem aktuellen

Nahrungsangebot (Gurnell, 1987; Lurz et al., 1995). Füttern kann lokal den Bestand an Eichhörnchen deutlich anheben (Bosch & Lurz, 2011). Im Schönbrunner Schlosspark ist das Füttern von Eichhörnchen aus der Hand oder an Futterplätzen regelmäßig zu beobachten und der Eichhörnchenbestand scheint relativ hoch zu sein. Möglicherweise überlappen sich die individuellen home ranges daher sehr stark.

Interessant sind die Beziehungen der Depotplätze zu räumlichen Strukturen: Depots mit Walnüssen wurden signifikant häufiger in unmittelbarer Nähe von Strukturen wie Bäumen, Sträuchern, Hecken, Zäunen, Bänken und Tischen deponiert im Vergleich zu Haselnüssen, die oft mehrere Meter von solchen Strukturen vergraben wurden. Die meisten Depots mit Haselnüssen wurden auf der Wiese in den Sektoren NW-N, N-NO, NO-O und O-SO angelegt. Die wenigsten Depots mit Haselnüssen fanden sich in den Sektoren ohne nahe genug am Standpunkt liegenden Wiesenflächen (SO-S, S-SW, SW-W). Nahe des Standpunktes wurden auch Haselnüsse neben der Hecke und des Zaunes, sowie bei den Bäumen der Lindenallee vergraben.

Betrachtet man die Verteilung der angelegten Depots, so liegen Haselnüsse in Depots konzentriert um die Futterquelle. Walnüsse wurden dagegen in größeren Abständen zur Futterquelle und damit über eine größere Fläche verteilt gehortet. Depots mit Walnüssen liegen jedoch gehäuft in der Nähe größerer räumlicher Strukturen. In zwei Fällen konnte ich beobachten, wie eine Krähe das frische Depot mit einer Haselnuss bald nach dem Anlegen plünderte.

Warum Depots mit Walnüssen zum Großteil in der Nähe zu größeren räumlichen Strukturen angelegt werden, kann mehrere Ursachen haben: Vielleicht ist das Vergraben größerer Nüsse im lockeren, wenig bewachsenen Boden unter Bäumen und Sträuchern leichter. Die kleineren Haselnüsse können leicht selbst zwischen den dichten Wurzeln der Wiesenpflanzen vergraben werden. Die verfestigten Böden der Allee, des Kartenspielplatzes und der Wege sind zum Graben ungeeignet.

Vielleicht erleichtert das Anlegen von Depots bei räumlichen Strukturen – besonders bei loser Dichte von Depots – das Wiederfinden. Hörnchen finden Depots olfaktorisch (Cahalane, 1942). Aber auch ihr räumliches Gedächtnis und

visuelle Anhaltspunkte spielen offenbar eine entscheidende Rolle (McQuade et al., 1986; Jacobs & Liman, 1991; Vander Wall, 1991; Lavenex et al., 1998; MacDonald, 1997; Steele et al., 2011). Sind Depots von mehreren Individuen vorhanden, finden Hörnchen häufig ihre eigenen Depots eher als die von Artgenossen oder künstlich angelegte Depots (Gelbe Fichten-Chipmunks (Vander Wall, 1991; Vander Wall et al., 2006), Grauhörnchen (Jacobs & Liman, 1991; Macdonald, 1997; Steele et al., 2011)). Gelbe Fichten-Chipmunks, Grauhörnchen und Eichhörnchen orientieren sich dabei auch an Landmarken nahe ihrer Depots (Vander Wall, 1991; Macdonald, 1997). Macdonald (1997) zeigte in ihren Experimenten mit freilebenden Grauhörnchen, dass diese vergrabenes Futter auch nach zwanzig Tagen auf fünf Zentimeter genau und nach 62 Tagen ausreichend genau wiederfinden können, indem sie sich an nahen, visuellen Anhaltspunkten orientierten. Die Gedächtnisdauer von zwei untersuchten Eichhörnchen war geringer als die der Grauhörnchen, sie brauchten nach 34 Tagen länger um die Stelle zu finden (Macdonald, 1997).

Zusammenfassung:

Beim scatter-hoarding werden von vorratssammelnden Tieren nur ein oder wenige Nahrungsstücke in vielen, oft über das ganze Streifgebiet verstreuten Depots gehortet und meist nicht aktiv verteidigt. Tiere können profitablere Nahrung erkennen und bevorzugen. Wertvollere Nahrung kann beim scatter-hoarding in weiter von der Quelle entfernten Depots gelagert werden, um sie durch die geringere Dichte an Depots besser vor Plünderern zu bewahren.

Im Zeitraum vom 28.10.2012 bis zum 26.11.2012 wurden von fünf freilebenden, futterzahmen Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) im Schönbrunner Schlosspark (Wien) Daten erhoben, indem den Tieren einzelne Walnüsse (*Juglans regia*) und Haselnüsse (*Corylus avellana*) in unregelmäßiger Folge gereicht wurden. Mittels Videoaufnahmen und Laserentfernungsmesser konnten die Positionen der Depots der Eichhörnchen im Untersuchungsgebiet und die Distanzen zwischen Standpunkt und Depots ermittelt werden. Die Daten von vier Individuen, zwei Weibchen und zwei Männchen, wurden zur Auswertung herangezogen.

Vorliegende Arbeit zeigt, dass Eichhörnchen die größeren, damit für sie energetisch wertvolleren, Walnüsse in signifikant größeren Entfernung zur Futterstelle deponieren als die kleineren Haselnüsse. Signifikante individuelle Unterschiede in Bezug auf die Entfernung von Walnuss-Depots zum Standpunkt sind nachweisbar, nicht jedoch für Depots mit Haselnüssen. Depots sind je nach Nussart signifikant unterschiedlich auf den in acht 45°-Sektoren unterteilten Umkreis des Standpunktes verteilt. Haselnüsse wurden vermehrt in Sektoren mit nahegelegenen Wiesenflächen deponiert. Auffällig ist, dass keines der einzelnen Individuen einen bestimmten Teil des Untersuchungsbereichs zum Anlegen seiner Depots bevorzugte. In der Depotplatzwahl liegt zwischen den Nussarten ein signikanter Unterschied vor. Depots mit Walnüssen wurden meist in unter einem Meter Abstand zu einer räumlichen Struktur angelegt, während Haselnüsse oft auch mehrere Meter von einer Struktur entfernt deponiert wurden.

Abstract:

Scatter-hoarding animals distribute many caches containing a single or few food items over their entire home range and often do not defend their caches actively. Animals are able to recognise and prefer more valuable food. Scatter-hoarders may cache it farther away from the source, reducing cache density, and so preserving it better against pilferers.

During the time from 28.10.2012 to 26.11.2012 five semi-tame Eurasian red squirrels (*Sciurus vulgaris*) free living in a park ("Schönbrunner Schlosspark", Vienna) were offered single walnuts (*Juglans regia*) or hazelnuts (*Corylus avellana*) in irregular order. Video records and a laser rangefinder were used to locate the caches made by the squirrels and to measure the distances between feeding place and caches. Data from two females and two males was sufficient and used for analyses.

This work shows, that Eurasian red squirrels cache larger walnuts, having higher energetic value for them, further away than smaller hazelnuts. Significant differences in distances between caches to feeding place were found between individuals, but only in walnut and not in hazelnut caches.

Caches containing walnuts or hazelnuts are unevenly distributed among the eight arcs (45° each) around the feeding place. Hazelnuts were cached more often in arcs including meadows near the feeding place. Remarkably no individual preferred to cache in a certain part of the site. The places for caches were chosen differently depending on the kind of nut being cached. Walnuts were cached mostly less than a meter away from a spatial structure, while hazelnuts were often cached several meters away from a structure.

Literaturverzeichnis:

- ANDERSSON, M., KREBS, J. R. (1978): On the evolution of hoarding behaviour. *Animal Behaviour* 26: 707-711.
- ASA, C. S. (1996): Reproductive Physiology. - In: Kleiman, D. G., Allen, M. E., Thompson, K. V., Lumpkin, S., Harris H. (1996): Wild mammals in captivity: Principles and Techniques. The University of Chicago Press, Chicago: 390-417.
- BALDA, R. P., KAMIL, A. C. (1992): Long-term spatial memory in Clark's nutcrackers, *Nucifraga columbiana*. *Animal Behaviour* 44: 761-769.
- BOSCH, S., LURZ, P. W. W. (2011): Das Eichhörnchen – *Sciurus vulgaris*. Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 183, Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben, 211 S.
- BROTTONS, L. (2000): Individual food-hoarding decisions in a nonterritorial coal tit population: the role of social context. *Animal Behaviour* 60: 395-402.
- CAHALANE, V. H. (1942): Caching and recovery of food by the western fox squirrel. *Journal of Wildlife Management* 6: 338-352.
- CHARNOV, E. L. (1976): Optimal foraging: attack strategy of a mantid. *American Naturalist* 110 (971): 141-151.
- CLARKSON, K., EDEN, S. F., SUTHERLAND, W. J., HOUSTON, A. I. (1986): Density dependence and magpie food hoarding. *Journal of Animal Ecology* 55: 111-121.
- COWIE, R. J., KREBS, J. R., SHERRY, D. F. (1981): Food storing by marsh tits. *Animal Behaviour* 29: 1252-1259.
- EIBL-EIBESFELDT, I. (1963): Angeborenes und erworbene Verhalten einiger Säuger. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 20: 705-754.
- EKMAN, J., BRODIN, A., SKLEPKOVYCH, B. (1995): Selfish long-term benefits of hoarding in the Siberian jay. *Behavioral Ecology* 7: 140-144.
- EMMONS, L. H. (1980): Ecology and resource partitioning among nine species of African rainforest squirrels. *Ecological Monographs* 50: 31-54.
- GALETTI, M., DONATTI, C. I., STEFFLER, C., GENINI, J., BOVENDORP, R. S., FLEURY, M. (2010): The role of seed mass on the caching decision by agoutis, *Dasyprocta leporina* (Rodentia: Agoutidae). *Zoologia* 27: 472-476.
- GAUKLER, A. (1963): Eichhörnchen (*S. v. fuscoater*) speichert Pilze. *Säugetierkundliche Mitteilungen* 11: 80-81.

GOSS-CUSTARD, J. D. (1977a): Optimal foraging and the size selection of worms by redshank *Tringa totanus*. Animal Behaviour 25: 10-29.

GOSS-CUSTARD, J. D. (1977b): Predator responses and prey mortality in the redshank *Tringa totanus* (L.) and a preferred prey *Corophium volutator* (Pallas). Journal of Animal Ecology 46: 21-36.

GRULICH, I. (1981): Die Baue des Hamsters (*Cricetus cricetus* Rodentia, Mammalia). Folia Zoologica 30: 99-116.

GURNELL, J. (1987): The natural history of squirrels. Christopher Helm, London, 201 S.

HEANEY, L. R., THORINGTON, Jr., R. W. (1978): Ecology of neotropical red-tailed squirrels, *Sciurus granatensis*, in the Panama Canal Zone. Journal of Mammalogy 59: 846-851.

HURLY, T. A., ROBERTSON, R. J. (1987): Scatterhoarding by territorial red squirrels: a test of the optimal density model. Canadian Journal of Zoology 65: 1247-1252.

JACOBS, L. F. (1992): Memory for cache locations in Merriam's kangaroo rats. Animal Behaviour 43: 585-593.

JACOBS, L. F., LIMAN, E. R. (1991): Grey squirrels remember the location of buried nuts. Animal Behaviour 41: 103-110.

JOKINEN, S., SUHONEN, J. (1995): Food caching by willow and crested tits: a test of scatterhoarding models. Ecology 76: 892-898.

KATO, J. (1985): Food and hoarding behavior of Japanese squirrels. Japanese Journal of Ecology 35: 13-20.

KRAUS, B. (1983): A test of the optimal-density model for seed scatterhoarding. Ecology 64: 608-610.

KREBS, J. R. (1981): Optimale Nahrungsnutzung: Entscheidungsregeln für Räuber. - In: Krebs, J. R., Davies, N. B. (1981): Öko-Ethologie. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg: 30-61.

KREBS, J. R., ERICHSEN, J. T., WEBBER, M. I., CHARNOV, E. L. (1977): Optimal prey selection in the great tit (*Parus major*). Animal Behaviour 25: 30-38.

KRUUK, H. (1964): Predation and anti-predator behaviour of the black-headed gull (*Larus ridibundus* L.). Behaviour. Supplement 11: 1-130.

LAVENEX, P., SHIFLETT, M. W., LEE, R. K., JACOBS, L. F. (1998): Spatial versus nonspatial relational learning in free-ranging fox squirrels (*Sciurus niger*). Journal of Comparative Psychology 112: 127-136.

LEE, T. H. (2002): Feeding and hoarding behaviour of the Eurasian red squirrel *Sciurus vulgaris* during autumn in Hokkaido, Japanese Acta Theriologica 47 (4): 459-470.

LURZ, P. W. W., GARSON, P. J., RUSHTON, S. P. (1995): The ecology of squirrels in spruce dominated plantations: implications for forest management. Forest Ecology and Management 79: 79-80.

LURZ, P. W. W., SOUTH, A. B. (1998): Cached fungi in non-native conifer forests and their importance for red squirrels (*Sciurus vulgaris* L.). Journal of Zoology, London 246: 468-471.

MACDONALD, D. W. (1976): Food caching by red foxes and some other carnivores. Zeitschrift für Tierpsychologie 42: 170-185.

MACDONALD, I. M. V. (1997): Field experiments on duration and precision of grey and red squirrel spatial memory. Animal Behaviour 54: 879-891.

McQUADE, D. B., WILLIAMS, E. H., EICHENBAUM, H. B. (1986): Cues used for localizing food by the gray squirrel (*Sciurus carolinensis*). Ethology 72: 22-30.

MacROBERTS, M. H., MacROBERTS, B. R. (1976): Social organisation and behaviour of the acorn woodpecker in central coastal California. Ornithological Monographs No.21.

MOLLER, H. (1983): Foods and foraging behaviour of red (*Sciurus vulgaris*) and grey (*Sciurus carolinensis*) squirrels. Mammal Review 13: 81-98.

MORRIS, D. (1962): The behaviour of the green acouchi (*Myoprocta pratti*) with special reference to scatter hoarding. Proceedings of the Zoological Society of London 139: 701-731.

NILSSON, J-A., KALLANDER, H., PERSSON, O. (1993): A prudent hoarder: effects of long-term hoarding in the European nuthatch, *Sitta europaea*. Behavioral Ecology 4: 369-373.

OWEN, J. H. (1948): The larder of the red-backed shrike. British Birds 41: 200-203.

REICHMAN, O. J., WICKLOW, D. T., REBAR, C. (1985): Ecological and mycological characteristics of caches in the mounds of *Dipodomys spectabilis*. Journal of Mammalogy 66: 643-651.

SEELEY, T. D., SEELEY, R. H., AKRATANAKUL, P. (1982): Colony defense strategies of the honeybees in Thailand. Ecological Monographs 52: 43-63.

SMITH, C. C. (1968): The adaptive nature of social organization in the genus of tree squirrel *Tamiasciurus*. Ecological Monographs 38: 31-63.

SMITH, C. C., REICHMAN, O. J. (1984): The evolution of food caching by birds and mammals. Annual Review of Ecology and Systematics 15: 329-351.

SPRITZER, M. D., BRAZEAU, D. (2003): Direct vs. indirect benefits of caching by gray squirrels (*Sciurus carolinensis*). Ethology 109: 559-575.

STAPANIAN, M. A., SMITH, C. C. (1978): A model for seed scatterhoarding: coevolution of fox squirrels and black walnuts. Ecology 59: 884-896.

STAPANIAN, M. A., SMITH, C. C. (1984): Density-dependent survival of scatterhoarded nuts: an experimental approach. Ecology 65: 1387-1396.

STEELE, M. A., BUGDAL, M., YUAN, A., BARTLOW, A., BUZALEWSKI, J., LICHTI, N., SWIHART, R. (2011): Cache placement, pilfering, and a recovery advantage in a seed-despersing rodent: Could predation of scatter hoarders contribute to seedling establishment?. Acta Oecologica 37: 554-560.

STEELE, M. A., HADJ-CHIKH, L. Z., HAZELTINE, J. (1996): Caching and feeding decisions by *Sciurus carolinensis*: responses to weevil-infested acorns. Journal of Mammalogy 77: 305-314.

TAMURA, N., HASHIMOTO, Y., HAYASHI, F. (1999): Optimal distances for squirrels to transport and hoard walnuts. Animal Behaviour 58: 635-642.

TAMURA, N., SHIBASAKI, E. (1996): Fate of walnut seeds, *Juglans ailanthifolia*, hoarded by Japanese squirrels, *Sciurus lis*. Journal of Forest Research 1: 219-222.

TINBERGEN, N. (1965): Von den Vorratskammern des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.). Zeitschrift für Tierpsychologie 22: 119-149.

VANDER WALL, S. B. (1982): An experimental analysis of cache recovery in Clark's nutcracker. Animal Behaviour 30: 84-94.

VANDER WALL, S. B. (1990): Food Hoarding in Animals. The University of Chicago Press, Chicago, 445 S.

VANDER WALL, S. B. (1991): Mechanisms of cache recovery by yellow pine chipmunks. Animal Behaviour 41: 851-863.

VANDER WALL, S. B. (1995): The effects of seed value on the caching behavior of yellow pine chipmunks. Oikos 74: 533-537.

VANDER WALL, S. B., BALDA, R. P. (1981): Ecology and evolution of food storage behavior in conifer-seed-caching corvids. Zeitschrift für Tierpsychologie 56: 217-242.

VANDER WALL, S. B., BRIGGS, J. S., JENKINS, S. H., KUHN, K. M., THAYER, T. C., BECK, M. J. (2006): Do food-hoarding animals have a cache recovery advantage? Determining recovery of stored food. Animal Behaviour 72: 189-197.

VORHIES, C. T., TAYLOR, W. P. (1922): Life history of the kangaroo rat, *Dipodomys spectabilis spectabilis* Merriam. U.S. Department of Agriculture Bulletin 1091: 1-40.

WAISMAN, A. S., JACOBS, L. F. (2008): Flexibility of cue use in the fox squirrel (*Sciurus niger*). Animal Cognition 11: 625-636.

WAITE, T. A. (1988): A field test of density-dependent survival of simulated gray jay caches. The Condor 90: 247-249.

WANG, B., CHEN, J. (2009): Seed size, more than nutrient or tannin content, affects seed caching behavior of a common genus of Old World rodents. Ecology 90: 3023-3032.

WANG, B., WANG, G., CHEN, J. (2012): Scatter-hoarding rodents use different foraging strategies for seeds from different plant species. Plant Ecology 213: 1329-1336.

WAUTERS, L. A., CASALE, P. (1996): Long-term scatterhoarding by Eurasian red squirrels (*Sciurus vulgaris*). Journal of Zoology, London 238: 195-207.

WAUTERS, L. A., SUHONEN, J., DHONDT, A. A. (1995): Fitness consequences of hoarding behaviour in the Eurasian red squirrel. Proceedings of the Royal Society of London B 262: 277-281.

WAUTERS, L. A., SWINNEN, C., DHONDT, A. A. (1992): Activity budget and foraging behaviour of red squirrels (*Sciurus vulgaris*) in coniferous and deciduous habitats. Journal of Zoology, London 227: 71-86.

XIAO, Z., GAO, X., ZHANG, Z. (2013): The combined effects of seed perishability and seed size on hoarding decisions by Père David's rock squirrels. Behavioral Ecology and Sociobiology 67: 1067-1075.

Bildnachweis:

Sofern nicht anders angegeben, handelt es sich bei den Bildern dieser Arbeit um meine eigenen Fotos und Standbilder aus meinen Videos.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Appendix:

App. 1: Alle während der Datenerhebung aufgezeichneten Sequenzen in fortlaufender Nummerierung mit Angabe des Aufnahmedatums, der Uhrzeit [MEZ] des Aufnahmebeginns und der Dauer der jeweiligen Sequenz in Minuten.

Sequenz Nummer	Datum	Uhrzeit Beginn [MEZ]	Dauer [min.]
1	28.10.2012	13:35	42
2	28.10.2012	14:23	27
3	30.10.2012	14:07	20
4	30.10.2012	14:28	3
5	30.10.2012	14:32	33
6	02.11.2012	14:41	28
7	02.11.2012	15:33	35
8	03.11.2012	14:49	34
9	04.11.2012	13:51	10
10	04.11.2012	14:36	3
11	04.11.2012	14:40	46
12	04.11.2012	15:38	22
13	09.11.2012	15:22	31
14	12.11.2012	15:06	23
15	12.11.2012	15:32	45
16	12.11.2012	16:19	23
17	13.11.2012	15:03	14
18	13.11.2012	15:19	20
19	13.11.2012	15:40	13
20	13.11.2012	15:58	31
21	14.11.2012	15:02	35
22	15.11.2012	09:25	50
23	16.11.2012	15:13	52
24	16.11.2012	16:05	32
25	19.11.2012	09:22	29
26	19.11.2012	09:54	5
27	19.11.2012	10:10	23
28	19.11.2012	10:33	52
29	19.11.2012	10:59	47
30	19.11.2012	15:33	22
31	20.11.2012	15:22	25
32	20.11.2012	15:48	23
33	21.11.2012	10:16	29
34	21.11.2012	10:50	22

35	21.11.2012	11:14	5
36	21.11.2012	11:18	20
37	21.11.2012	11:44	23
38	22.11.2012	09:57	49
39	22.11.2012	10:48	21
40	22.11.2012	11:11	33
41	22.11.2012	15:48	15
42	23.11.2012	10:38	43
43	23.11.2012	11:29	9
44	23.11.2012	11:47	35
45	26.11.2012	11:23	9
46	26.11.2012	11:48	33

App. 2.1: Übersicht über alle Sequenzen mit W-1: Anzahl der Walnüsse und Haselnüsse, die das Individuum erhalten hat (Juglans gegeben, Corylus gegeben), Anzahl der davon zur Auswertung herangezogenen Nüsse (Juglans ausgewertet, Corylus ausgewertet) und Anzahl der von W-1 sofort verzehrten Nüsse (Juglans verzehrt, Corylus verzehrt).

Sequenz Nummer	Juglans gegeben	Corylus gegeben	Juglans ausgewertet	Corylus ausgewertet	Juglans verzehrt	Corylus verzehrt
7	10	10	10	10	0	0
10	1	1	0	0	0	0
15	11	12	11	11	0	1
16	5	3	5	3	0	0
21	9	10	8	10	0	0
22	10	10	9	10	0	0
23	10	10	9	10	0	0
24	2	3	2	3	0	0
45	0	1	0	0	0	0
Summe	58	60	54	57	0	1

App. 2.2: Übersicht über alle Sequenzen mit W-2: Anzahl der Walnüsse und Haselnüsse, die das Individuum erhalten hat (Juglans gegeben, Corylus gegeben), Anzahl der davon zur Auswertung herangezogenen Nüsse (Juglans ausgewertet, Corylus ausgewertet) und Anzahl der von W-2 sofort verzehrten Nüsse (Juglans verzehrt, Corylus verzehrt).

Sequenz Nummer	Juglans gegeben	Corylus gegeben	Juglans ausgewertet	Corylus ausgewertet	Juglans verzehrt	Corylus verzehrt
3	5	3	5	2	0	1
5	9	10	8	10	0	0
12	10	10	10	10	0	0
17	10	9	10	9	0	0
18	10	11	9	10	0	1
19	11	9	11	9	0	0
20	5	6	4	6	0	0
35	1	1	0	0	0	0
38	10	10	10	10	0	0
39	10	10	10	9	0	0
40	10	10	8	9	0	1
41	4	3	4	3	0	0
42	1	10	8	9	0	0
Summe	105	102	97	96	0	3

App. 2.3: Übersicht über alle Sequenzen mit W-3: Anzahl der Walnüsse und Haselnüsse, die das Individuum erhalten hat (Juglans gegeben, Corylus gegeben), Anzahl der davon zur Auswertung herangezogenen Nüsse (Juglans ausgewertet, Corylus ausgewertet) und Anzahl der von W-2 sofort verzehrten Nüsse (Juglans verzehrt, Corylus verzehrt).

Sequenz Nummer	Juglans gegeben	Corylus gegeben	Juglans ausgewertet	Corylus ausgewertet	Juglans verzehrt	Corylus verzehrt
25	10	8	0	0	0	0
26	3	2	0	0	0	0
Summe	13	10	0	0	0	0

App. 2.4: Übersicht über alle Sequenzen mit M-1: Anzahl der Walnüsse und Haselnüsse, die das Individuum erhalten hat (Juglans gegeben, Corylus gegeben), Anzahl der davon zur Auswertung herangezogenen Nüsse (Juglans ausgewertet, Corylus ausgewertet) und Anzahl der von M-1 sofort verzehrten Nüsse (Juglans verzehrt, Corylus verzehrt).

Sequenz Nummer	Juglans gegeben	Corylus gegeben	Juglans ausgewertet	Corylus ausgewertet	Juglans verzehrt	Corylus verzehrt
1	10	10	10	10	0	0
2	4	3	2	3	0	0
4	1	0	0	0	0	0
8	10	10	10	10	0	0
9	3	3	3	3	0	0
13	10	10	9	10	0	0
30	7	7	7	7	0	0
31	10	10	9	10	0	0
32	6	2	5	2	0	0
33	10	10	9	9	0	1
34	4	3	4	3	0	0
36	5	6	4	5	0	1
37	6	5	3	5	1	0
46	10	10	10	10	0	0
Summe	96	89	85	87	1	2

App. 2.5: Übersicht über alle Sequenzen mit M-2: Anzahl der Walnüsse und Haselnüsse, die das Individuum erhalten hat (Juglans gegeben, Corylus gegeben), Anzahl der davon zur Auswertung herangezogenen Nüsse (Juglans ausgewertet, Corylus ausgewertet) und Anzahl der von M-2 sofort verzehrten Nüsse (Juglans verzehrt, Corylus verzehrt).

Sequenz Nummer	Juglans gegeben	Corylus gegeben	Juglans ausgewertet	Corylus ausgewertet	Juglans verzehrt	Corylus verzehrt
6	10	10	10	10	0	0
11	10	11	10	11	0	0
14	5	4	5	4	0	0
27	6	7	6	6	0	0
28	10	10	9	10	0	0
29	10	10	10	10	0	0
43	2	1	0	0	0	0
44	11	13	10	13	0	0
Summe	64	65	60	64	0	0

Curriculum Vitae:

Name: Roswitha Schrom

Geburtsdatum und -ort: 17.11.1981, Wien

Staatsangehörigkeit: Österreich

Schule und Studium:

- 1988/89 bis 1992: Volksschule, Grünentorgasse 9, 1090 Wien
- 1992/93 bis 2000: Bundesrealgymnasium Wien IX, Glasergasse 25, 1090 Wien
- 2000: Matura am BRG IX
- 2000/01 bis 2001: Kolleg für Textildesign, Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Textilindustrie und Datenverarbeitung, Spengerstraße 20, 1050 Wien
- 2001/02 bis laufend: Studium der Biologie, Studienzweig Zoologie, an der Universität Wien