

Zeitschrift: Mitteilungen / Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn
Band: 42 (2014)

Artikel: Aussagen von Eulengewöllen zu Artenspektrum, Geschlechtsverhältnis und Altersstruktur der Kleinsäugerfauna am Beispiel von Kestenholz
Autor: Bigger, Cosima
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-543344>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aussagen von Eulengewöllen zu Artenspektrum, Geschlechtsverhältnis und Altersstruktur der Kleinsäugerfauna am Beispiel von Kestenholz

Cosima Bigger

Adresse der Autorin

lic. phil. Cosima Bigger
Frobenstrasse 65
4053 Basel
mausknochen.bigger@bluewin.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	133
1.1	Grundlagen	133
1.2	Material und Methoden	133
1.2.1	Material	133
1.2.2	Bearbeitung	134
1.2.3	Artbestimmung	134
1.2.4	Geschlechtsbestimmung	134
1.2.5	Altersbestimmung	134
2	Ergebnisse und Diskussion	135
2.1	Artenspektrum	135
2.2	Geschlechterverteilung	135
2.3	Altersklassen	137
2.3.1	Zähne	137
2.3.2	Becken	137
2.3.3	Oberarm- und Oberschenkelknochen	138
2.3.4	Schädel	139
2.3.5	Weitere Methoden zur Altersbestimmung	139
3	Schlusswort	139
4	Dank	140
5	Zusammenfassung	140
6	Literaturverzeichnis	140
	Anhänge	142
	Anhang 1: Bestimmungsschlüssel für <i>Microtus arvalis</i> anhand des Oberkiefers	142
	Anhang 2: Bestimmungsschlüssel für <i>Microtus arvalis</i> anhand des Unterkiefers	143
	Anhang 3: Den Arten zugeordnete obere und untere Zahnreihen aus den Gewölle, sortiert nach Gewölle und Fundort	144
	Anhang 4: Altersindikatoren	145

Aussagen von Eulengewölle zu Artenspektrum, Geschlechtsverhältnis und Altersstruktur der Kleinsäugerfauna am Beispiel von Kestenholz

Cosima Bigger

1 Einleitung

Dieser Artikel basiert auf der Abschlussarbeit zum Certificate of Advanced Studies (CAS) Säugetiere – Artenkenntnis, Ökologie und Management der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Die ursprüngliche Absicht war einen Überblick über die Kleinsäugerarten im Bereich der Bezirke Thal und Gäu im Kanton Solothurn zu erhalten, da auf den entsprechenden Verbreitungskarten kaum Kleinsäuger verzeichnet sind. Es stellte sich aber bald heraus, dass die relativ wenigen zur Untersuchung herangezogenen Eulengewölle aus Kestenholz ein sehr einseitiges Bild zeichnen und kaum, auch nicht annähernd, das gesamte Spektrum der vermutlich dort lebenden Kleinsäuger widerspiegeln. Das Überwiegen einer Tierart, der Feldmaus (*Microtus arvalis*), ermöglichte jedoch einen Schwerpunkt auf die Untersuchung der Alters- und Geschlechtsstruktur der entsprechenden Population zu legen. Für den vorliegenden Artikel wurde die Abschlussarbeit überarbeitet und ergänzt, insbesondere im Abschnitt zur Altersstruktur.

1.1 Grundlagen

Diese Arbeit liefert anhand von Eulengewölle und den darin enthaltenen Knochen einen ersten Überblick über die Kleinsäugerfauna rund um Kestenholz. Sie bietet jedoch keine detaillierte Analyse, denn um die gesamte Säugerfauna zu erfassen, müssten wesentlich mehr Gewölle untersucht werden als es hier der Fall ist. Die durch eine erweiterte Gewöllanalyse gewonnenen Erkenntnisse würden dann sinnvollerweise mit Resultaten aus Fangaktionen mit Lebendfallen verglichen werden. Bei einer Untersuchung der Kleinsäugerfauna anhand von Eulengewölle darf das Jagdverhalten der Eulen nicht unbeachtet bleiben. Das Streifgebiet der Schleiereule zum Beispiel umfasst rund 90–450 ha, z.T. auch gegen 1000 ha (Brandt 1994). Das heisst, dass die Tiere,

deren Knochen in den Gewölle eines bestimmten Ortes gefunden werden, meist an einem anderen Ort in der näheren oder weiteren Umgebung lebten und dort erbeutet wurden. Andererseits selektieren die Eulen durch ihr Jagdverhalten ihre Beute. So jagen Schleier- und Waldohreulen (*Tyto alba* bzw. *Asio otus*) primär auf offenen Flächen, was leicht zu einem überproportional hohen Feldmausanteil in den Gewölle führt, andere vorkommende Arten also unterrepräsentiert sind (Bauer et al. 2005).

Informationen zur Methodik von Gewöllanalysen finden sich u.a. bei Jenrich et al. (2010b) sowie Avenant (2005) und von Bülow et al. (1984), weshalb an dieser Stelle nicht erneut darauf eingegangen wird.

1.2 Material und Methoden

1.2.1 Material

Die untersuchten Gewölle stammen von drei Fundorten bei Kestenholz:

- Fundort 1: Chäppelimatt, Koordinaten 623/236, Schleiereule, 3 Gewölle, Mai 2011, brütend, 6 Eier.
- Fundort 2: Zilmatt, Koordinaten 623/237, Schleiereule, 13 Gewölle, März bis Mai 2011, brütend, 9 Eier.
- Fundort 3: Allmend, Koordinaten 624/236, Waldohreule, 14 Gewölle, Februar bis März 2011, nicht brütend.

Dies ist eine relativ geringe Anzahl an Gewölle. Für eine repräsentative Aussage zu den vorkommenden Kleinsäugerarten sind etwa 150 bis 200 Gewölle nötig (Jenrich et al. 2010b).

Das untersuchte Material wird im Naturmuseum Solothurn aufbewahrt.

1.2.2 Bearbeitung

Alle Gewölle wurden vor dem Bearbeiten drei Tage tiefgefroren, um allfällige Parasiten und Insekten abzutöten und wurden anschliessend bei Zimmertemperatur aufgetaut. Vor dem Zerlegen wurde jedes Gewölle einzeln 5 bis 15 Minuten in Brennsprit eingelegt, um allfällige Viren abzutöten (Jenrich et al. 2010b). Danach wurden sie einzeln für einige Stunden in Wasser eingeweicht. Gleich anschliessend wurden die Gewölle in ihrem durchnässtesten Zustand mit zwei Zahnstochern zerlegt.

Aus den Gewöllen wurden schwergewichtig Oberkiefer (Maxillae; einzelne Schädelfragmente wurden nicht berücksichtigt), Unterkiefer (Mandibulae) sowie Oberarmknochen (Humeri), Oberschenkelknochen (Femora), Schulterblätter (Scapulae) und Beckenknochen (Pelves) ausgelesen. Die aussortierten Knochen wurden anschliessend mit einer kleinen Bürste unter fliessendem Wasser gereinigt.

1.2.3 Artbestimmung

Die Ober- und Unterkiefer (OK bzw. UK) wurden mit Hilfe der Literatur auf die Tierart bestimmt (Turni 1999, Erfurt 2003, Marchesi et al. 2008). Vereinfacht wurde die Bestimmung dadurch, dass viele Schädel und Unterkiefer beim Zerlegen der Gewölle klar als zusammengehörig erkannt werden konnten. Auch stellte sich bald heraus, dass die Eulen hauptsächlich Feldmäuse (*Microtus arvalis*) gefressen hatten. Deshalb wurde mit Hilfe der Literatur ein vereinfachter Schlüssel zur direkten Bestimmung von *Microtus arvalis* erstellt (vgl. Anhang 1 und 2). Ein Schädel mit zugehörigem Unterkiefer konnte so rasch und eindeutig dieser Art zugeordnet werden. Wenn Ober- und Unterkiefer nicht mehr im Verbund waren, gestaltete sich die Unterscheidung von Feldmaus und Kleinwühlmaus (*Microtus subterraneus*) anhand der oberen Zahnreihe sowie zwischen der Feldmaus und der Erdmaus (*Microtus agrestis*) anhand der unteren Zahnreihe schwieriger.

Tabelle 1: Anzahl Unterkiefer, Anzahl Oberkiefer und Mindestindividuenzahlen der nachgewiesenen Arten (Mindestindividuenzahl gerechnet pro Fundort, wobei sich die Anzahl leicht reduzieren könnte, wenn die unklaren *Microtus arvalis* und die sicheren *Microtus arvalis* gemeinsam gerechnet werden). Vgl. Anhang 3.

Art	Schleiereule (16 Gewölle)			Waldboreule (14 Gewölle)			Total (30 Gewölle)		
	UK	OK	MIZ	UK	OK	MIZ	UK	OK	MIZ
<i>Microtus arvalis</i>	67	35	35	33	13	17	100	48	52
<i>Microtus arvalis</i> oder <i>M. subterraneus</i>	0	2	2	0	6	6	0	8	8
<i>Microtus arvalis</i> oder <i>M. agrestis</i>	4	0	2	0	0	0	4	0	2
<i>Arvicola terrestris</i>	4	2	2	0	0	0	4	2	2
<i>Crocidura russola</i>	2	1	1	0	0	0	2	1	1
<i>Apodemus</i> sp.	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Total			42			24			66

1.2.4 Geschlechtsbestimmung

Bei der Geschlechtsbestimmung wurde hauptsächlich auf folgende Merkmale geachtet: Der absteigende Sitzbeinast (Ramus symphyticus) des Beckens verläuft bei den Männchen konkav, bei den Weibchen konvex. Bei den Männchen ist die Länge des Schambeins kleiner als oder gleich gross wie die grösste Breite der Beckschaufel, bei den Weibchen grösser. Das Schambein ist bei den Weibchen dünner (Hecht 1971, Becker, Brown et al. 1969). Diese Geschlechtsunterschiede sind bei den verschiedenen Mäusearten ähnlich, so dass eine Geschlechtsbestimmung auch ohne vorherige Artbestimmung vorgenommen werden kann.

1.2.5 Altersbestimmung

Für die Altersbestimmung der Feldmäuse wurde das Durchbruchstadium und die Abnutzung (Abrasionsgrad) der Zähne taxiert. Des Weiteren wurden der Verwachungsgrad der Epiphysenfugen von Oberarmknochen (Humerus), Oberschenkelknochen (Femur) und Elle (Ulna) untersucht. Dabei wurden alle entsprechenden Knochen beigezogen, ohne eine sichere Artbestimmung, ebenso bei den Beckenknochen. Bei diesen verändert sich die Form des Schambeins je nach Anzahl der Würfe der Weibchen. Bei jungen Tieren ist die Symphysenform glatt umrissen (Stadium a+b). Mit der ersten Trächtigkeit verändert sich die Schambeinfuge zu einem schwachen «Haken» (Stadium c), mit weiteren Trächtigkeiten wird dieser akzentuierter, bis das ganze Schambein zu einer Spitze umgebaut ist (Stadium d, Brown et al. 1969). Die vollständig erhaltenen Schädel wurden auf ihre Kopfform hin untersucht. Bis zum Alter von eineinhalb Monaten springt – von der Seite her gesehen – die Hinterhauptregion (Occipitalregion) über den Condylus (Gelenkhöcker) nach hinten vor (Stadium 1). Mit eineinhalb bis drei Monaten sind der Condylus und die Occipitalregion gleich lang (Stadium 2) und bei einem Alter von über drei Monaten ragt der Condylus über die Occipitalregion nach hinten hinaus (Stadium 3, Frank et al. 1957).

2 Ergebnisse und Diskussion

Gemäss der Zählung von Oberkiefern umfasst ein Gewölle die Überreste von bis zu fünf Beutetieren. Am häufigsten kommt ein Oberkiefer pro Gewölle vor, sehr oft sind es auch zwei. Vier bis fünf sowie kein Oberkiefer sind seltener.

2.1 Artenspektrum

Die Hauptmenge der nachgewiesenen Kleinsäuger sind Feldmäuse (*Microtus arvalis*). Daneben kamen lediglich zwei Schermäuse (*Arvicola terrestris*), eine Hausspitzmaus (*Crocidura russola*) und eine Waldmaus (*Apodemus* sp.) zum Vorschein (vgl. Tabelle 1 sowie Abbildung 1–8). Dies ergibt einen Anteil der Feldmaus von mindestens 77 %, bzw. unter Miteinbezug der unsicher bestimten Individuen von 94 %. Flückiger 1991 hat im Obergössiger Schachen (SO) ebenfalls die Feldmaus am häufigsten nachgewiesen, daneben jedoch auch einen grossen Anteil an weiteren Kleinsäugern.

Grundsätzlich kann das starke Überwiegen der Feldmaus zwei Ursachen haben: das in der Umwelt vorhandene Artenspektrum und die Selektion durch die Eulen (von Bülow et al. 1984).

Um Kestenholz sind viele Wald- und Landwirtschaftsflächen vorhanden. Daneben gibt es aber auch Feuchtgebiete, Fliessgewässer und Trockenstandorte. Die Höhe über Meer ist rund 500 Meter. Somit wären hier auch weitere Wühlmäuse (*Arvicolidae*), Langschwanzmäuse (*Muridae*) und Spitzmäuse (*Soricidae*) zu erwarten, wie die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*), die Zwergmaus (*Micromys minutus*), die Hausmaus (*Mus domesticus*), die Wasser- und Sumpfspitzmaus (*Neomys fodiens* und *N. anomalus*), die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*), die Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*) und die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*).

Vielleicht hat zusätzlich die Jahreszeit (Februar bis Mai) das vorhandene Nahrungsangebot beeinflusst. Jedenfalls ist eine hohe Anzahl einer Art in den Gewöllen, falls sie durch das Angebot bedingt ist, nicht zwingend auf eine hohe Population zurückzuführen, sondern kann ihren Ursprung auch in kleinen Populationen der anderen Arten haben.

Die Nahrungsselektion der Eulen ist nicht zu vernachlässigen. Sowohl die Schleiereule als auch die Waldohreule

jagen vorwiegend auf offenem Gelände mit niedrigem Pflanzenbewuchs und ernähren sich so zu einem grossen Teil von Feldmäusen (Bauer et al. 2005).

Jedoch schliessen Yom-Tov et al. (1997) aus einer Untersuchung an Israelischen Schleiereulen, dass diese nicht zugunsten von gewissen Arten selektieren, aber eine Tendenz haben, grössere Beutetiere zu bevorzugen. Schleiereulen aus Südafrika sind offenbar effizienter im Zusammentragen der verschiedenen Arten als Lebendfallen, jedoch werden im Spätsommer und Winter mehr verschiedene Arten gejagt als im Frühling (Avenant 2005). Auch in Spanien liefern die Schleiereulengewölle einen hohen Artenreichtum, höher als derjenige der Lebendfallen. Sie enthalten aber nur wenige waldlebende Arten (Torre et al. 2004).

Das Artenspektrum der Kleinnager und Insektenfresser in und um Kestenholz ist sicherlich grösser als das in diesen Gewöllen nachgewiesene. Neben der Selektion durch die Eulen ist auch die hier untersuchte Menge an Gewöllen zu klein, um einen repräsentativen Gesamtüberblick zu ermöglichen. In der Literatur ist die Rede von 150 Gewöllen, bzw. 300 bis 500 bestimmten Individuen, die nötig sind, um das vorhandene Artenspektrum nachzuweisen (Jenrich et al., 2010b und Torre et al. 2004). Schon das Vorkommen des einzigen gefundenen Unterkiefers einer Waldmaus im 19. untersuchten Gewölle weist darauf hin, dass eine grosse Anzahl an Gewöllen notwendig ist, um alle Beutearten zu erfassen. Und die recht grossen Langknochen im Gewölle Nr. 2 des Fundortes Nr. 3, die von einer Schermaus stammen könnten, zeigen, dass die Diversität höher ist, als anhand der Zahnreihen nachgewiesen werden kann.

2.2 Geschlechterverteilung

Zur Bestimmung der Geschlechter wurden alle Beckenknochen beigezogen. Auf eine Artbestimmung derselben wurde verzichtet. Die Artbestimmung anhand der Beckenknochen erfordert einige Erfahrung und Vergleichsmaterial. Da ausserdem die Mehrheit der Schädel von Feldmäusen stammt, ist davon auszugehen, dass auch die Mehrheit der Becken den Feldmäusen zuzuordnen ist. Das so festgestellte Geschlechterverhältnis zeigt Tabelle 2. Für genaue Untersuchungen zur Populationsstruktur der einzelnen Tierarten wäre die artspezifische Bestimmung der Becken jedoch unerlässlich.

Tabelle 2: Geschlechterverteilung: Anzahl Beckenhälften.

	Beckenhälften weiblich	Beckenhälften männlich	Beckenhälften ev. weiblich	Beckenhälften ev. männlich	Beckenhälften unklar
<i>Microtus arvalis</i> (hypothetisch, nicht sicher bestimmt)	27	29	3	8	7
<i>verm. Arvicola terrestris</i>	0	0	6	0	2
<i>Crocidura russola</i>	0	2	0	0	0



Abbildung 1: *Microtus arvalis*, Schädel und Unterkiefer von Fundort 2, Gewölle 6. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).

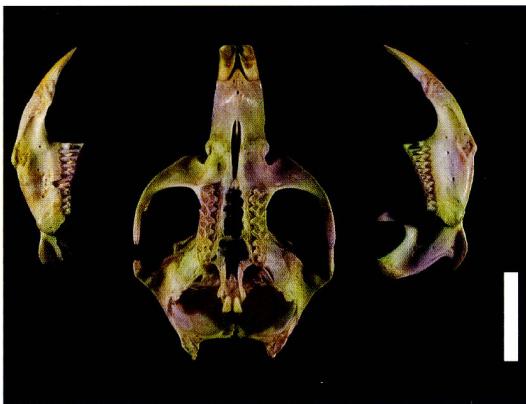


Abbildung 3: *Arvicola terrestris*, Schädel und Unterkiefer von Fundort 2, Gewölle 2. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).



Abbildung 5: *Corcidura russola*, Schädel und Unterkiefer von Fundort 2, Gewölle 8. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).

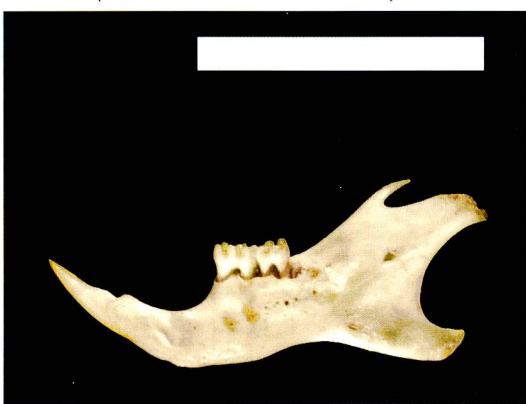


Abbildung 7: *Apodemus*, Unterkiefer von Fundort 3, Gewölle 6. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).



Abbildung 2: *Microtus arvalis*, Schädel von Fundort 2, Gewölle 6. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).



Abbildung 4: *Arvicola terrestris*, Schädel von Fundort 2, Gewölle 2. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).



Abbildung 6: *Crocidura russola*, Schädel von Fundort 2, Gewölle 8. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).



Abbildung 8: *Apodemus*, Unterkiefer von Fundort 3, Gewölle 6. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).



Abbildung 9: Links zwei weibliche, rechts zwei männliche Beckenhälften aus Fundort 1, Gewölle 2. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).

Die Geschlechtsbestimmung anhand des Beckens ist nicht immer eindeutig, aber doch meistens auch ohne Vergleichssammlung relativ einfach (vgl. Abbildung 9). Die hier präsentierten Resultate wurden innerhalb relativ kurzer Zeit (etwa zwei Stunden für alle Becken) erzielt. Insgesamt sind im untersuchten Material etwas mehr männliche als weibliche Beckenhälften auszumachen, jedoch in einem Verhältnis, das bei dieser geringen Menge an untersuchtem Material nicht aussagekräftig ist.

Das Geschlechterverhältnis anhand der Becken scheint mit einer leichten männlichen Mehrheit sehr ausgeglichen. Der Schein kann aber auch trügen, denn die Beckenknochen ganz junger Männchen ähneln stark denjenigen der Weibchen (Brown et al. 1969). Die Tendenz eines höheren Männchen-Anteils ist anhand dieser Resultate also keinesfalls sicher. In anderen Untersuchungen wird ein eindeutigeres Überwiegen von männlichen Tieren festgestellt und auf deren Aktivitätsverhalten zurückgeführt, welches sie zu leichterer Beute macht (Becker 1955). Andererseits wird zumindest bei Erfassungen anhand von Lebendfallen der Anteil der Männchen meist überschätzt, wobei in der Regel in einer Population der Anteil der Männchen im Winter und Frühling eher dominiert, während im Sommer der Weibchenanteil höher ist (Bryja et al. 2005).

2.3 Altersklassen

2.3.1 Zähne

Eindeutige Unterschiede im Abrasionsgrad der Backenzähne (Molaren, Abk. M) der Feldmäuse konnten keine

festgestellt werden. Dieses Merkmal kann somit nicht zur Altersbestimmung beigezogen werden.

Auch konnten keine sicher zuzuordnenden Unterschiede in der Position der M^3 und M_3 , bzw. der diese umgebenden Knochen festgestellt werden. Ob dies nun daran liegt, dass das Merkmal nur mit Übung sichtbar ist, oder daran, dass alle Tiere einer ähnlichen Altersklasse angehörten, kann nicht beurteilt werden, zumal die Beschreibung bei Yalden (2009) sehr summarisch ist.

Bei zwei Feldmäusen konnte sicher festgestellt werden, dass der M_3 sich noch im Durchbruch befindet oder erst kürzlich durchgebrochen ist, denn er weist keine, bzw. kaum Abrasionsspuren auf. Leider fehlen eindeutige Angaben darüber, in welchem Alter die dritten Molaren bei der Feldmaus durchbrechen. Es ist wahrscheinlich, dass dies zwischen dem Zeitpunkt der ersten Aufnahme fester Nahrung und der Selbstständigkeit der Fall ist. Feste Nahrung wird ab zwei Wochen aufgenommen, entwöhnt sind Feldmäuse spätestens mit 20 Tagen und selbstständig mit 34 Tagen (Jenrich et al. 2010a). Bei der Brandmaus (*Apodemus agrarius*) – welche als Langschwanzmaus (*Muridae*) nicht direkt mit den Wühlmäusen (*Arvicolinae*) verglichen werden kann – bricht der dritte Molar mit drei Wochen durch (Adamczewska 1973). Der geringe Anteil der eindeutig jungen Tiere ist nicht weiter erstaunlich, da noch nicht selbstständige Tiere sicherlich weniger Zeit außerhalb ihres Baues verbringen und so seltener von Eulen erbeutet werden. Vielleicht werden sie auch zusätzlich selektiv eher gemieden, da sie kleiner und somit weniger nahrhaft sind.

2.3.2 Becken

Bei der Symphyse an den Beckenknochen fällt auf, dass durchgehend kein glatter Knochenabschluss, sondern Spongiosa (schwammartiges Innengewebe der Knochen) sichtbar ist. Ob das daran liegt, dass die Tiere durchgehend sehr jung und die entsprechenden Knochenstellen noch nicht vollständig verknöchert waren, oder ob die Verdauung im Eulennmagen diese schwache Stelle angegriffen hat, kann mangels Vergleichen nicht beurteilt werden. Letztere Variante ist durchaus möglich, zumal die Form der Symphyse teilweise auch auf ältere Tiere schliessen lässt. Bei denjenigen Beckenhälften bei denen die Form des Schambeins deutlich erkennbar ist, gestaltet sich die Verteilung dieses Kriteriums wie in Tabelle 3 aufgelistet (nach Brown et al. 1969).

Etwa die Hälfte der Beckenhälften mit erkennbarer Symphysenform konnte den Stadien a–b zugeordnet werden und weist somit auf Tiere, welche noch keinen Wurf hat-

Tabelle 3: Hinweise zum Alter: Anzahl Beckenhälften. Vgl. Anhang 4. Stadium a und b: Weibchen ohne Würfe, Stadium c mit wenig Würfen, Stadium d mit vielen Würfen.

	Stadium a	Stadium a-b	Stadium b	Stadium b-c	Stadium d
<i>Microtus arvalis</i> (hypothetisch, nicht sicher bestimmt)	1	5	2	8	0

ten. Die Becken von Stadium b-c könnten zu Tieren gehören, welche bereits (wenige) Jungtiere hatten. Aus dem Stadium d (viele Würfe) findet sich keine sichere Beckenhälfte. Bei weiteren Becken ist die Zuordnung zu den Stadien unsicher weil der entscheidende Teil abgebrochen ist oder weil schon das Geschlecht nicht klar bestimmbar ist. Dies deutet tendenziell eher auf jüngere Tiere hin, was aber mit Vorsicht zu geniessen ist, da die Datengrundlage sehr gering ist.

Die Verteilung ist bei *Microtus arvalis* und *Arvicola terrestris* ähnlich. Lediglich beim *Crocidura*-Individuum sind alle Epiphysenfugen verwachsen. Das proximale Ende der Ulna ist meist verwachsen (vgl. Anhang 4). Das Ergebnis bei den Epiphysen von Femur und Humerus ist eindeutig. Dass das proximale Ende des Humerus und das distale Ende des Femur meistens fehlt, heisst, dass diese noch nicht verwachsen waren. Ein Blick auf die Rodentia-Knochen (Nagetierknochen) in der Sammlung des

Tabelle 4: Verwachsung der Epiphysenfugen.

	nur proximal ver-wachsen	nur distal ver-wachsen	proximal und distal lose	proximal und distal ver-wachsen	proximal ver-wachsen, distal am Ver-wachsen	distal ver-wachsen, proximal am Ver-wachsen	proximal lose, distal am Ver-wachsen	Total
verm. <i>M. arvalis</i> Humerus		75				5	1	81
verm. <i>M. arvalis</i> Femur	65		14		7			86
Verm. <i>A. terrestris</i> Humerus		7				5		12
Verm. <i>A. terrestris</i> Femur	5			1	1			7
Total	70	82	14	1	8	10	1	186

2.3.3 Oberarm- und Oberschenkelknochen

Der Grad der Verwachsung der Epiphysenfugen ist sehr auffällig. Bei der Mehrheit der Knochen fehlt das proximale (körpernahe) Ende des Humerus und das distale Ende des Femur (vgl. Tabelle 4 sowie Abbildung 10).



Abbildung 10: Femur mit distal unverwachsener Epiphysenfuge und Humerus mit proximal unverwachsener Epiphysenfuge, verm. von *Microtus arvalis*, Fundort 1, Gewölle 2. Balken = 1 cm (Naturmuseum Solothurn).

Naturhistorischen Museums Basel zeigt ein Spektrum von beidseitig, einseitig oder auf keiner Seite verwachsenen Epiphysenfugen. Dabei ist bei den einseitig verwachsenen ebenfalls jeweils das proximale Ende des Humerus und das distale Ende des Femur nicht verwachsen. Interessant wären nun Kenntnisse über den Zeitpunkt der Verwachsung der jeweiligen Epiphysenfugen. Leider konnte diesbezüglich für die Feldmaus keine Literatur gefunden werden. Es gibt lediglich einige Anhaltspunkte: Die Epiphysenfugen verwachsen vermutlich bei der Mehrheit der Säugetiere in der gleichen Reihenfolge. Beim Menschen sind dies distales Ende Humerus, proximales Ende Femur, distales Ende Femur, proximales Ende Humerus. Bei der Ratte verwächst das distale Ende des Humerus sehr früh (mit gut einem Monat), einiges später (mit knapp drei Jahren) das proximale Ende des Femur, anschliessend das distale Ende des Femur und zuletzt das proximale Ende des Humerus (Dawson 1925). Für die Maus (wohl *Mus sp.*) wird der Verwachsungszeitpunkt des distalen Endes des Humerus mit drei Wochen angegeben. Auch hier folgen proximales Ende Femur, proximales Ende Humerus und distales Ende Femur (Dawson 1935). Beide Tierarten unterliegen dem Phänomen der verzögerten Verwachsung von Epiphysenfugen. Bei diesem kommt der gesamte Verwachsungsprozess ziemlich plötzlich (jedoch

nicht bei jedem Individuum gleichzeitig) zu einem Halt (Dawson 1935). Entscheidend ist nun die Frage, ob dies auch auf die Feldmaus zutrifft, welche im Gegensatz zu Maus und Ratte (*Muridae*) zu den *Arvicolidae* zählt. Dagegen sprechen die Untersuchungen von Tarasov (1966), in welchen anhand von Röntgenbildern der sekundären Ossifikationszentren das Alter von Schmalkopfwühlmaus (*Microtus gregalis*) und Steppenlemming (*Lagurus lagurus*) auf ein bis zwei Monate genau bestimmt werden konnte. Bei diesen zwei *Arvicolidae*-Arten beginnt die Verknöcherung des distalen Endes des Humerus bereits mit zwei Monaten, mit drei Monaten befinden sich das distale Ende des Humerus und das proximale Ende des Femur im Stadium der Verknöcherung und die Verknöcherung des distalen Endes des Femur beginnt. Mit vier bis fünf Monaten ist von diesen vier Zentren nur noch das proximale Ende des Humerus noch nicht verknöchert, dieses scheint erst mit acht bis neun Monaten vollständig zu verknöchern. Die Geschlechts- und Artbesonderheiten sind dabei offenbar unbedeutend für die Altersbestimmung. Wenn dies nicht nur auf die zwei (im Labor gehaltenen) untersuchten Arten, sondern auf alle *Arvicolidae* zutrifft, würde das für die Feldmäuse des hier behandelten Fundgutes ein Alter von mehrheitlich etwa drei bis vier Monaten ergeben.

Sicher kann dies mit den vorliegenden Daten jedoch nicht gesagt werden. Auch ist nicht klar, ob bei überwinternden Tieren der Verwachungszeitpunkt durch das im Winter aussetzende (und zum Teil negative) Körper- und Knochenwachstum verzögert wird. Die Wachstumsverzögerung verhält sich ähnlich dem Dehnelschen Phänomen bei den Rotzahnspitzmäusen (*Soricinae*), jedoch weniger ausgeprägt (Balciuskiene et al. 2009).

2.3.4 Schädel

Eine weitere Möglichkeit zur Altersbestimmung zeigt Baschenina auf (Frank et al. 1957). Es handelt sich um die Form des Profils des von der Seite her gesehenen Hinterhauptes, bzw. die relativen Positionen von Condylus und Occipitalregion zueinander. Diese Methode hat den Nachteil, dass die relevante Region bei Schädeln aus Gewölben oft nicht vollständig vorhanden ist. Auch wurde die Methode noch nicht abschliessend erforscht. Am hier untersuchten Material können die drei Stadien nicht eindeutig erkannt werden. Die Tendenz liegt eher in Stadium 1 bis 2 als 3 (vgl. Anhang 4). Die Schädelform weist somit eher auf mehrheitlich jüngere Tiere (bis drei Monate). Dies ist jedoch eine sehr unsichere Annahme, da es sich um wenige Schädel handelt, die Stadien nicht eindeutig erkennbar sind und die Methode an sich zu wenig erforscht ist.

2.3.5 Weitere Methoden zur Altersbestimmung

Werden die verschiedenen zur Altersbestimmung herangezogenen Merkmale innerhalb der Knochen eines Gewölles verglichen, kann keine eindeutige Erkenntnis gewonnen werden. So spiegelt sich z.B. der erst im Durchbruch befindliche M_3 nicht in beidseitig noch nicht verwachsenen Epiphysenfugen von Humerus oder Fe-

mur wider. Das kann einfach daran liegen, dass die Überreste eines Beutetieres in verschiedene Gewölle aufgeteilt von den Eulen ausgegeben werden können. Es gibt noch weitere Möglichkeiten zur Altersbestimmung. Einen Überblick bietet Morris (1972). Nicht alle Methoden ermöglichen eine Altersbestimmung mit der gleichen Sicherheit oder mit wenig Aufwand. Und nicht alle eignen sich bei Knochen aus Gewölben. Gut eignen würde sich die Methode, bei der anhand von Dünnschliffen von Zähnen und Unterkiefern mikroskopische «Jahresringe» festgestellt werden. Diese erlauben unter anderem Aussagen über das Alter, die Jahreszeit der Geburt und die Jahreszeit des Todes (Klevezal 2002). Diese Untersuchungen sind sehr zeitaufwändig, ermöglichen aber spannende Resultate (Klevezal et al. 2007). Bei jeglicher Methode zu Altersbestimmungen ist zu beachten, dass es zum Teil innerhalb einer Tierart starke regionale Unterschiede geben kann. Fraglich ist auch, wie es mit der zeitlichen Distanz aussieht. Einige Forschungen sind über 50 Jahre her. Das sind einige Mäusegenerationen, in denen sich sowohl genetisch wie auch in Bezug auf die Lebensbedingungen einer Region einiges ändern kann.

3 Schlusswort

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in dieser Untersuchung mit verhältnismässig wenig Aufwand ein Überwiegen von *Microtus arvalis* in der Beutepopulation der Eulen aus Kestenholz festgestellt werden konnte. Bei diesen Feldmäusen ist das Geschlechterverhältnis relativ ausgeglichen. Zur Altersstruktur können keine eindeutigen Angaben gemacht werden, es wird aber deutlicher, welche Fragen dazu geklärt werden müssten und welche Möglichkeiten es gibt.

Für genauere Untersuchungen wäre es sicher wichtig, auch zu wissen, von welchen Tierarten das Geschlecht bestimmt wird. Das bedingt das Zuteilen der Beckenknochen zu einer Art und dies wiederum einen stark erhöhten Arbeitsaufwand, obwohl auch dieser mit etwas Übung und einer Vergleichssammlung in einem sinnvollen Rahmen gehalten werden kann.

Es lässt sich an diesen groben Resultaten erahnen, dass mit etwas mehr Aufwand anhand von Gewöllanalysen sehr detaillierte und interessante Aussagen nicht nur zu den vorhandenen Kleinsäugerarten in einem Gebiet, sondern auch zu deren Populationsstruktur möglich wären. Dazu wird unbedingt Vergleichsmaterial benötigt. Sehr wichtig ist aber auch weitere Grundlagenforschung. Inhaltliche Lücken in der gefundenen Literatur weisen darauf hin, dass noch viele Fragen ungeklärt sind. Wie und in welchem Zeitrahmen verläuft die Entwicklung der Knochen und Zähne bei den verschiedenen Beutearten? Welche Auswirkungen hat der Winter auf das Skelett? Lassen makroskopisch sichtbare Knochenstrukturen (z. B. Spongiosastruktur in den proximalen Epiphysen von Humerus und Femur) Rückschlüsse auf das Alter zu? Gibt es Geschlechtsunterschiede und Hinweise zum Alter am Schädel? Lassen die Zähne

(makroskopisch sichtbare) Rückschlüsse auf das Alter zu? Welche weiteren Alters- und Geschlechtsunterschiede lassen sich feststellen? Welche weiteren Merkmale zur Artunterscheidung der Knochen des postcranialen Skeletts gibt es? Antworten auf diese und weitere Fragen wären enorm spannend und würden die Grundlage für eine grosse Palette an Möglichkeiten für weitere Forschungen an Material aus Gewölle und somit Untersuchungen zu den Kleinsäugern bilden. Es bleibt also spannend für die Mausforschung!

4 Dank

Dr. Thomas Briner vom Naturmuseum Solothurn hat die Abschlussarbeit betreut und mich mit seinem Team freundlich im Museum aufgenommen sowie beim Anfertigen der Fotos unterstützt, Silvan Thüring hat die Fotos weiter bearbeitet. Prof. Dr. Roland Graf und die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW haben den CAS Säugetiere angeboten, ohne welchen diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. Toni Aeschlimann aus Kestenholz hat freundlicherweise die Gewölle gesammelt. Dr. Loïc Costeur ermöglichte mir Einblick in die Sammlungen des Naturhistorischen Museums Basel. Zwei Schleiereulen und eine Waldohreule haben für mich die Arbeit übernommen, die Mäuseknochen zusammenzutragen. Ihnen allen danke ich herzlich!

5 Zusammenfassung

Ausgehend von der Artbestimmung von Mäuseknochen in Gewölle von Schleier- und Waldohreulen (*Tyto alba* bzw. *Asio otus*) aus Kestenholz (SO), welche einen sehr hohen Anteil an Feldmäusen (*Microtus arvalis*) ergibt, wird anschliessend deren Geschlechterverhältnis und ihr Alter untersucht. Diskutiert werden die Möglichkeiten der Altersbestimmung anhand von Mäuseknochen und die diesbezüglichen Lücken in der Forschung.

6 Literaturverzeichnis

- Adamczewska-Andrzejewska, Krystyna, 1973: Growth, variations and age criteria in *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771). *Acta Theriologica* 18, S. 353–394
- Avenant, Nico L., 2005: Barn owl pellets: A useful tool for monitoring small mammal communities? *Belgian Journal of Zoology* 135 (suppl.), S. 39–43
- Balciauskienė , Laima, et al., 2009: Winter growth depression of common vole (*Microtus arvalis*). *Acta Zoologica Lituanica* 19, S. 85–92
- Bauer, Hans-Günther et al., 2005: Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. 2. Auflage, Band 1 Nonpas- seriformes – Nichtsperlingsvögel. Wiebelsheim
- Becker, Kurt, 1955: Über Art- und Geschlechtsunterschiede am Becken einheimischer Spitzmäuse (Soricidae). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 20, S. 78–88
- Brandt, Thomas, 1994: Die Schleiereule. Ökologie eines heimlichen Kulturfolgers. Wiesbaden
- Brown, J. Clevedon et al., 1969: Studies on the pelvis in British Muridae and Cricetidae (Rodentia). *Journal of Zoology. Proceedings of the Zoological Society of London* 158, S. 81–132
- Bryja, Josef et al., 2005: Common vole (*Microtus arvalis*) population sex ratio: Biases and process variation. *Canadian Journal of Zoology* 83, S. 1391–1399
- Dawson, Alden B., 1925: The age order of epiphyseal union in the long bones of the albino rat. *The Anatomical Record* 31, S. 1–17
- Dawson, Alden B., 1935: The sequence of epiphyseal union in the skeleton of the mouse with special reference to the phenomenon of «lapsed» union. *The Anatomical Record* 63, S. 93–99
- Erfurt, Jörg, 2003: Bestimmung von Säugetierschädeln in Frassresten und Gewölle. Methoden feldökologischer Säugetierforschung 2, S. 471–535
- Flückiger, Peter F., 1991: Untersuchungen zur Kleinsäugerfauna des Obergösger Schachens und seiner näheren Umgebung. Resultate von Gewöllanalysen und Ultraschalldetektion. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Solothurn* 35, S. 79–101
- Frank, Fritz et al., 1957: Über die Beziehungen zwischen Lebensalter und morphologischen Merkmalen bei der Feldmaus, *Microtus arvalis* (Pall.). *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere*, 85, S. 283–300
- Hecht, Paraskevi, 1971: Vergleichende anatomische und biometrische Untersuchungen an Beckenknochen, Scapula, Femur und Humerus bei Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*), Feldmaus (*Microtus arvalis*) und Rötelmäuse (*Clethrionomys glareolus*). *Säugetierkundliche Mitteilungen* 19, S. 132–157
- Jenrich, Joachim et al., 2010a: Kleinsäuger. Körper- und Schädelmerkmale. Ökologie. Beiträge zur Naturkunde in Osthessen 47, Suppl. 1. Petersberg
- Jenrich, Joachim et al., 2010b: Bildbestimmungsschlüssel für Kleinsäugerschädel aus Gewölle. Beiträge zur Naturkunde in Osthessen, 47, Suppl. 2. Petersberg
- Klevezal, Galina A., 2002: Reconstruction of individual life histories of rodents from their teeth and bone. *Acta Theriologica* 47, Suppl. 1, S. 127–138
- Klevezal, Galina A. et al., 2007: What mandibles of *Apodemus* mice from pellets of birds of prey can show. *Zoologichesky Zhurnal* 86, S. 1513–1516 (russisch)
- Marchesi, Paul et al., 2008: Säugetiere der Schweiz – Bestimmungsschlüssel. *Fauna Helvetica* 22. Neuchâtel

Morris, P., 1972: A review of mammalian age determination methods. *Mammal Review* 2, S. 69–104

Tarasov, S. A., 1966: Determination of field-vole age by the roentgen technique. *Zoologichesky Zhurnal* 45, S. 1247–1250 (russisch)

Torre, Ignacio et al., 2004: Three methods for assessing richness and composition of small mammal communities. *Journal of Mammalogy* 85, S. 524–530

Turni, Hendrik, 1999: Schlüssel für die Bestimmung von in Deutschland vorkommenden Säugetierschädeln aus Eulengewölben (Mammalia). *Zoologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, Band 50, Nr. 20, S. 351–399

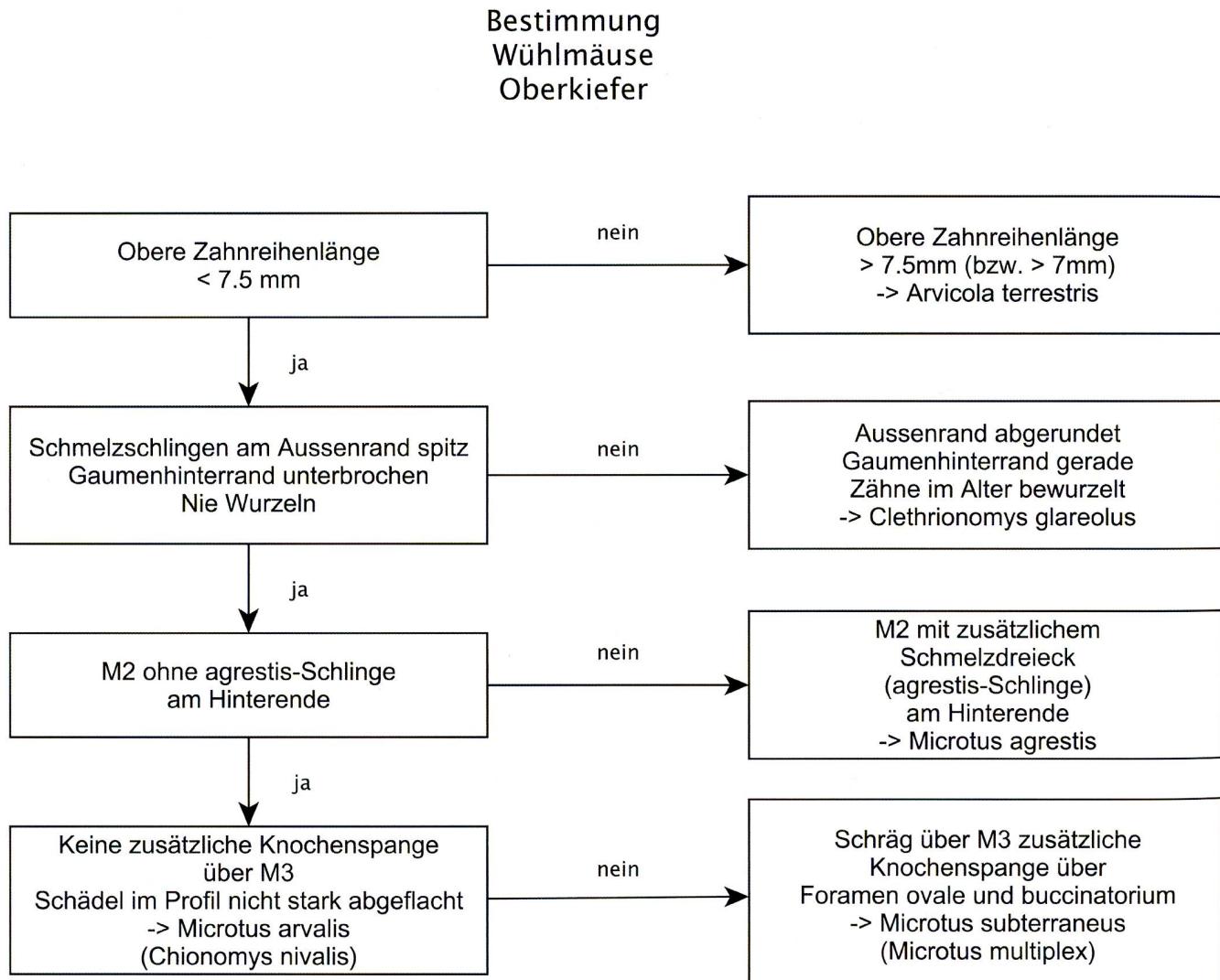
von Bülow, Bernd et al., 1984: Gewöllanalysen – ein Weg der Säugetierforschung. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde*, 46, S. 26–37

Yalden, Derek William, 2009: The analysis of owl pellets. Cheddar

Yom-Tov, Yoram et al., 1997: Do the contents of barn owl pellets accurately represent the proportion of prey species in the field? *The Condor* 99, S. 972–976

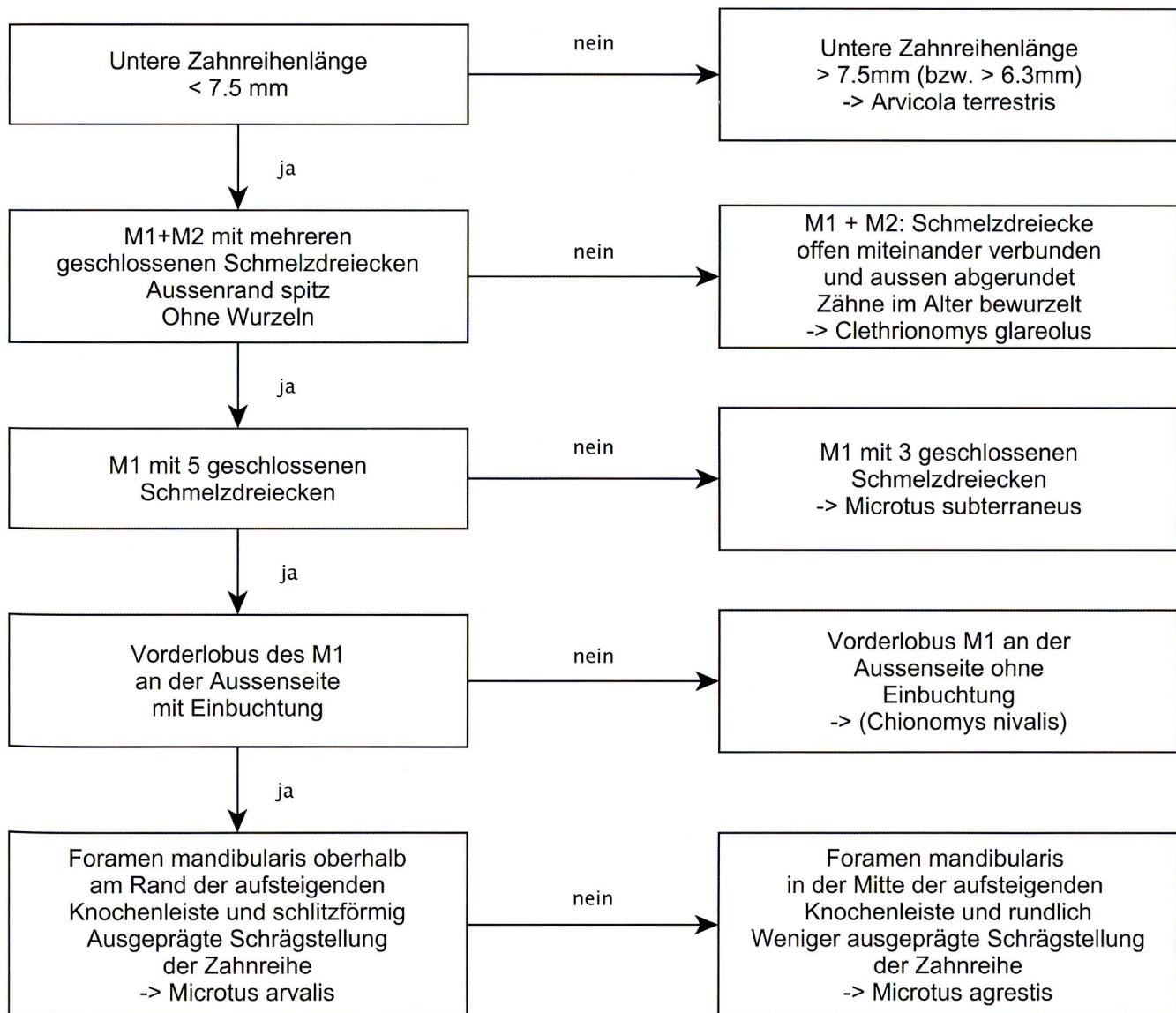
Anhänge

Anhang 1: Bestimmungsschlüssel für *Microtus arvalis*, zusammengestellt nach Turni 1999, Erfurt 2003 und Marchesi et al. 2000. In Klammern sind diejenigen Arten angegeben, die in der geographischen Lage von Kestenholz nicht zu erwarten sind.



Anhang 2: Bestimmungsschlüssel für *Microtus arvalis*, zusammengestellt nach Turni 1999, Erfurt 2003 und Marchesi et al. 2000. In Klammern sind diejenigen Arten angegeben, die in der geographischen Lage von Kestenholz nicht zu erwarten sind.

Bestimmung Wühlmäuse Unterkiefer



Anhang 3: Den Arten zugeordnete obere und untere Zahnreihen aus den Gewöllen, sortiert nach Gewölle und Fundort. Zusätzliche Angaben wo möglich zu Geschlecht und Alter.

◊ : Anzahl Beckenhälften (nicht nach Tierart bestimmt. Grosssteils *Microtus arvalis*)

* : Beckenhälften, die vermutlich von *Arvicola terrestris* stammen

Fund-ort	Gewöll	Geschlecht [*]	Individuum	Knochen	Art
1	1	w?: 2*		Keine Zahnreihen	
1	2	w: 2, m: 2	a b	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
1	3	w: 2, m: 2	a b	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	1	m: 2, ?: 2*		1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i>
2	2	Ø		1 OK+2 halbe UK	<i>Arvicola terrestris</i>
2	3	w: 2	a b c d e f g h i	1 OK+2 halbe UK 1 OK+1 halber UK 1 OK+1 halber UK 1 halber UK 1 halber UK 2 halbe UK 1 halber UK 1 OK 1 OK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis o. agrestis</i> <i>Microtus arvalis o. agrestis</i> <i>Microtus arvalis o. agrestis</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i>
2	4	w: 2, m: 4, w?: 2*	a b c	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	5	m: 6	a b c	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	6	w: 3, m: 1, ?: 3	a b c d	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	7	w: 2	a b c d	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	8	m: 2 (<i>Crocidura</i>)	a b c d	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Crocidura russola</i>
2	9	Ø		1 OK+2 halbe UK	<i>Arvicola terrestris</i>
2	10	m?: 4	a b	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	11	w: 1, m: 2	a b c d	1 halber UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	12	m: 2	a b c d	1 OK+1 halber UK 1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK 1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	13	w: 4, m: 2	a b	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
3	1	w: 1, m: 1, ?: 1	a b	1 OK+2 halbe UK 1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
3	2	?: 1		1 OK+2 halbe UK Langknochen	<i>Microtus arvalis</i> ev. <i>Arvicola terrestris</i> ?
3	3	w?: 2, m?: 2	a b	1 OK+2 halbe UK 1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
3	4	w: 2, m: 2	a b c	1 OK+1 halber UK 2 halbe UK 1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
3	5	Ø	a b	1 OK+1 halber UK 1 OK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i>
3	6	Ø	a b	1 OK+2 halbe UK 1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Apodemus sp.</i>
3	7	m: 1		1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i>
3	8	w?: 1, ?: 1	a b c d	1 halber UK 1 halber UK 1 halber UK 1 OK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i>
3	9	w?: 2*, ?: 1	a b c	1 OK+2 halbe UK 1 OK+1 halber UK 1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i>
3	10	w: 4	a b c	1 halber UK 1 OK 1 OK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i>
3	11	Ø		keine Zahnreihen	
3	12	w: 2		1 OK+1 halber UK	<i>Microtus arvalis</i>
3	13	m?: 2		1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i>
3	14	Ø		1 OK+2 halbe UK	<i>Microtus arvalis</i>
3	Reste (zu 3.1- 3.14)	m: 2	a b c d	1 halber UK 1 halber UK 1 OK 1 OK	<i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i> <i>Microtus arvalis o. subterraneus</i>

Anhang 4: Altersindikatoren.

Codes: Schädelform: 1: 13 Tage, 2: 56 Tage, 3: 375 Tage

Beckenstadien: a und b: Weibchen ohne Würfe, c: mit wenigen Würfen, d: mit mehreren Würfen.

Humerus und Femur: 1: proximal verwachsen, 2: distal verwachsen, 3: proximal und distal nicht verwachsen, 4: proximal und distal verwachsen, 5: proximal verwachsen, distal halb verwachsen, 6: distal verwachsen, proximal halb verwachsen, 7: proximal lose, distal halb verwachsen.

Gewöll Nr. (und Individuum)	Bemerkungen zur Art	Schädelform hinten (1-3); nur für M. arvalis	Stadium Becken (a-d); nur für M. arvalis	Humerus (1-7)	Femur (1-7)	Ulna proximal	Zähne
1.1	Verm. A. terrestris			3, 3			
1.2	Verm. M. arvalis	b-c, b-c	2, 2, 2, 2	1, 1, 1, 1	verwachsen 4		
1.3	Verm. M. arvalis	b-c, ev. b-c (letzteres abgebrochen)	2, 2, 2	1, 1, 1, 1	verwachsen 1		
2.1	M. arvalis	1-2					
2.1	Verm. M. arvalis		2, 2	1	verwachsen 2		
2.1	Verm. A. terrestris		2, 2	1, 1	2 lose?		
2.2	Verm. A. terrestris		6, 6		verwachsen 2 (?)		
2.3, g)	M. arvalis o. agrestis					M3 im Durchbruch	
2.3	Verm. M. arvalis	b-c, ev. c-d (letzteres abgebrochen)	2, 2, 2, 2	1, 1, 1, 1, 1	verwachsen 3		
2.4, a)	M. arvalis	1-(2)					
2.4, c)	M. arvalis	1-(2)					
2.4	Verm. M. arvalis	b, a oder männlich, abgebrochen ev. c-d	2, 2, 2	1, 1, 1	3 verwachsen?		
2.4	Verm. A. terrestris		2	1, 1	1 lose?		
2.5, a)	M. arvalis	2?					
2.5, b)	M. arvalis	(1)-2					
2.5	Verm. M. arvalis		2, 2, 2, 2, 2	1, 1, 1, 1, 1, 1	verwachsen 4		
2.6, d)	M. arvalis	2-(3)					
2.6	Verm. M. arvalis	b-c, b-c	2, 2, 2, 2, 2, 6, 6	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 5	verwachsen 4		
2.7	Verm. M. arvalis	d?, c-d? (beide abgebrochen)	2, 2, 2, 2, 2	1, 1, 3, 3, 3, 3			
2.8	Verm. M. arvalis		2, 2, 2, 2, 2	3, 3, 3, 3			
2.8	Crocidura		4, 4	4, 4			
2.9	Verm. A. terrestris		2, 6		verwachsen 2		
2.10, b)	M. arvalis	(1)-2					
2.10	Verm. M. arvalis	a-b, a-b, a-b, a-b, a-b, b-c, b-c	2, 2, 2, 2	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 5	verwachsen 4, 1 verwachsen?		
2.11, b)	M. arvalis	1-(2???)					
2.11	Verm. M. arvalis	d?	2, 2, 2, 6	1, 1, 1, 3, 5, 5	verwachsen 3, 1 lose?		
2.12, b)	M. arvalis	2					
2.12, c)	M. arvalis					M3 verm. kurz nach Durchbruch	
2.12	Verm. M. arvalis		2, 2, 2	1, 5, 3?, 3?, 3?	verwachsen 1, 3 lose?		
2.13, a)	M. arvalis	2?-3?					
2.13	Verm. M. arvalis	c, c, c, c	2, 2, 2, 2, 7	1, 1, 1, 1	verwachsen 3		
3.1	Verm. M. arvalis	c	2, 2	1, 1, 1, 1	verwachsen 3		
3.1	Verm. A. terrestris		6				
3.2	Verm. M. arvalis		2	1, 1	verwachsen 1		
3.2	Verm. A. terrestris		2, 2	1	verwachsen 2		
3.3	Verm. M. arvalis	c, a-b(letzteres oder männlich)	6, 2, 2, 2		verwachsen 6		
3.4	Verm. M. arvalis	c-d, c-d (beide ev. leicht abgebrochen)	2, 2, 2, 2	1, 1, 1, 1	verwachsen 3		
3.5	Verm. M. arvalis		2	1	verwachsen 1		
3.6	Verm. M. arvalis		2				
3.7	Verm. M. arvalis		2, 2	1			
3.8	Verm. M. arvalis	a-(b)	2, 6	1			
3.9	Verm. M. arvalis		2, 2	5	verwachsen 1		
3.9	Verm. A. terrestris		2	4, 5			
3.11	Verm. A. terrestris		6				
3.12	Verm. M. arvalis	c? (abgebrochen)	2	1, 5	verwachsen 1		
3.13	Verm. M. arvalis	b	2, 2	1, 1	verwachsen 3		
3.14	Verm. M. arvalis		2				
3. Reste	Verm. M. arvalis		2, 2, 2, 2	1, 1, 1	verwachsen 2		

