

MARKUS DEUTSCH, Halle

Methoden zur Markierung von Kleinsäugetern im Freiland – eine Übersicht (Review)

Schlagworte: Tier- und Artenschutz, Markierungsmethoden, invasive und nicht-invasive Methoden, Transponder (PIT=Passive Integrated Transponder), RFID-Technologie, Ohrmarken („ear tags“), Ohrtätowierungen, Schwanztätowierungen, Bein-Ringe, Beschneidung der Zehen („toe-clipping“), Fellmarkierungen (Schnitt und Färben), Biosensoren

Einleitung

Fang und Markierung von Tieren im Rahmen von Freilandstudien¹ sind und bleiben für sehr viele ökologische und verhaltensbiologische Fragestellungen unverzichtbar. Die Anzahl verschiedener Methoden ist groß und die Einsatzgebiete hinsichtlich Fragestellung und untersuchter Arten sind divers. In diesem Übersichtartikel sollen die wichtigsten Methoden für Kleinsäugeter² aufgezeigt werden. Beispiele anderer, größerer Säugetierarten werden nur gegeben, wenn die Verbreitung und bisherigen dominierenden Anwendungsgebiete einer Methode demonstriert werden sollen. Die untersuchten Arten und publizierten Ergebnisse der vielen Freilandstudien mit Einsatz von typischen Markierungen können aufgrund der

hohen Zahl nicht einmal ansatzweise repräsentativ wiedergegeben werden. Alleine für die Familie der *Muridae* dürften es mehrere hundert Publikationen sein.

1. Grundsätzliches zum Tierschutz und ethischen Gesichtspunkten

Die meisten Markierungsmethoden haben invasiven Charakter, weshalb Fragen zum Tier- und Artenschutz und zu ethischen Gesichtspunkten integrativer Bestandteil aller Studien sein sollten, in denen solche Methoden Verwendung finden (POWELL & PROULX 2003). Es existiert eine ganze Reihe Richtlinien wissenschaftlicher Organisationen, welche auch regelmäßig aktualisiert werden und somit den derzeitigen Kenntnisstand zu Markierungsmethoden („state-of-the-art“) wiedergeben (POWELL & PROULX 2003, SIKES et al. 2011, ASAB/ABS 2015). Diese sollten selbstverständlich beim Planen einer Freilandstudie Berücksichtigung finden. Zudem existieren gute Übersichten zu Fang- und Markierungsmethoden, welche be-

1 Laborstudien finden keine Berücksichtigung, auch wenn sehr viele Methoden auch dort Anwendung finden bzw. ursprünglich aus diesem Bereich stammen.

2 Die Bezeichnung Kleinsäugeter wird oft verwendet und ist – obwohl vergleichsweise inkonsistent – trotzdem nützlich. Vgl. hierzu Kap. 1.2, S. 485 in HOFFMANN et al. 2010.

reits in der Planungsphase einer Freilandstudie hilfreich sein und somit bei geringen Vorkenntnissen fehlerhafter Ansätze vermeiden können (siehe Abschnitt 3).

Nicht zu vergessen sind die Vorgaben bestehender europäischer bzw. nationaler Gesetzgebungen (BNatSchG, BArtSchV und ggf. TierSchG³). Das Fangen der Tiere und die Verwendung von Markierungen unterliegen ausdrücklich der Genehmigung durch die zuständigen Behörden. Für Freilandstudien wird nach positiver Antragsbewertung eine so genannte „naturschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung“, welche ggf. mit Auflagen verbunden sein kann, vergeben.

2. Typische Anwendungsgebiete von Markierungen bei Kleinsäufern im Freiland

Thematische Schwerpunkte sehr vieler Freilandstudien liegen auf Populationsdynamik, Überlebensraten, Habitatnutzung und Verbreitung, haben also einen eher allgemein-ökologischen Ansatz. Deutlich weniger Freilandstudien beinhalten Fragestellungen zu Verhalten (tageszeitliche und saisonale Aktivität, Reproduktionsbiologie, Prädation, Sozialverhalten), Physiologie oder Populationsgenetik (vgl. Tab. 1). Auch im weiten Feld der Ökotoxikologie finden Freilandstudien mit Markierungen von diversen Kleinsäufern statt, zumeist im Rahmen von Pflanzenschutzmittelzulassungen (EFSA 2009, JACOB et al. 2014).

3. Fragestellung und untersuchte Arten bedingen spezifischen Methodeneinsatz

Entscheidend für die Auswahl der am besten geeigneten Markierungsmethode ist sicherlich ganz zu Beginn, die untersuchungsspezifische Fragestellung herauszuarbeiten und weiterhin die in diesem Fall dafür geeignete Methode zu wählen. Falls keine große Erfahrungen aus eigener Erfassung oder innerhalb der Arbeitsgruppe vorliegen, ist es sicher eine gute Idee mit Ex-

perten in Kontakt zu treten und ggf. die Methodenabschnitte diverser Publikationen nach hierfür hilfreichen (auch für die Art/Gattung spezifischen) Details zu konsultieren.

Die unten angeführten Fragen sollen helfen, die am besten geeignete Markierungsmethode zu identifizieren:

1. Welche (Art!) und wie viele Tiere möchte ich markieren? Sollen zusätzlich Gewebeproben genommen werden?
2. Sollen die Tiere individuell wieder erkennbar sein? Wie wird die Wiedererkennung bewerkstelligt (z. B. Fang oder Sichtbeobachtung)?
3. Wie lange sollen die Markierungen halten (Zeitraum der Untersuchung)? Welche Verlustraten (der Markierungen) sind vertretbar (z. B. bei Fang-Wiederfang-Modellen)?
4. Ist eine Sedierung oder Narkose im Rahmen der eingesetzten Markierungs-Methode notwendig und was bedeutet das für das Zeitmanagement hinsichtlich Durchführung im Freiland?
5. Kann die Methode zur Verfälschung der Ergebnisse (z. B. durch Verhaltensänderung, erhöhte Mortalität, erhöhtes Prädationsrisiko) beitragen?
6. Ist der geplante Einsatz der Markierungsmethode aus tierschutz- und artenschutzrechtlichen Gesichtspunkten vertretbar?
7. Welche Kosten bringt die Methode mit sich?

Hierzu ist auch der Methodenleitfaden („Expedition Field Techniques – Small Mammals“) zur Untersuchung von Kleinsäufern der Autoren BARNETT & DUTTON (1995) – oder vergleichbare Publikationen (POWELL & PROULX 2003, NAGUIB 2007, HOFFMANN et al. 2010, SIKES et al. 2011, SILVY 2012) – sehr zu empfehlen. Darin werden auch andere wichtige Bestandteile potentieller Freilandstudien behandelt (Fallen, Anordnung der Fallen, Tracking etc.). Für den derzeitigen Stand der Technik („state-of-the-art“) im Bereich der automatisierten und biosensorischen Erfassung bei freilandökologischen Fragestellungen seien beispielhaft auch die Übersichtartikel der Autoren KRAUSE et al. (2013) und WILSON et al. (2015) empfohlen.

3 Z. B. bei Implantation von Biosensoren zur Aufzeichnung physiologischer Parameter.

4. Die einzelnen Methoden

4.1. Passivtransponder (PIT)

Insbesondere bei Verwendung von Fang-Wiederfang-Modellen zur Berechnung der Populationsgröße stellt die Annahme, dass die Tiere ihre Markierung nicht verlieren eine der wichtigsten methodischen Voraussetzungen dar (ARNASON & MILLS 1981, KENDALL 1999, WHITE & BURNHAM 1999, ERGON & GARDNER 2014). Deshalb ist es insbesondere für längere Zeiträume enorm wichtig, dass Verluste der Markierungen so gering wie möglich sind.

Das Kriterium einer langen Haltbarkeit ist sicherlich ein Grund, warum seit dem Vorhandensein der Passivtransponder (PIT) diese zunehmend auch Einsatz im Freiland finden (Abb. 1 und 2). Außerdem erleichtern die Transponder eine schnelle und effiziente Wiedererkennung (mit geringerer Quote an Ablesefehlern). Für länger angelegte Studien und Zielarten der hier im Fokus stehenden Kleinsäugerarten (z. B. Hamster, Mäuse u. a.) dürfte diese Methode in der Regel am besten geeignet sein.

Die extrem hohen Verlustraten von 31.8 % aller verwendeten Transponder gegenüber 8.2 % der Ohrmarken in einer Studie mit der Hirschmaus (*Peromyscus maniculatus*), welche KUENZI et al. (2005) ermittelten, sind außergewöhnlich (vgl. auch Tab. 1). Ob diese hohen atypischen Verlustraten der Transponder ggf. artspezifisch sein könnten (FOKIDIS et al. 2006, vgl. auch Tab. 1) oder andere Ursachen, z. B. methodischer und applikationstechnischer Art, haben, bleibt unklar. Die Verlustraten bei Transpondern für Kleinsäuger dürften in der Regel mit 2 bis 9 % deutlich niedriger liegen als beispielsweise bei der Verwendung von Ohrmarken (KREBS et al. 1969, HARPER & BATZLI 1996, KUENZI et al. 2005).

Nachteil dieser Methode sind die vergleichsweise hohen Kosten, insbesondere wenn sehr viele Tiere zu markieren sind (z. B. ~1.80 € je Transponder bei > 1500 Tieren, eig. Untersuchung).

Inwiefern die Applikation der Transponder eine Sedierung oder Narkose benötigen hängt von der untersuchten Art und in gewisser Weise auch von der Anzahl der Individuen ab, welche zu markieren sind. Aus Erfahrungen mit eig. Freilanderfassung, hauptsächlich zu Feld-

mäusen (*Microtus arvalis*), ist eine Sedierung bei dieser Art weder zwingend nötig noch bei hohen Fangzahlen praktikabel. Mit etwas Geschick und Übung können bei Tieren mit einer Mindestkörpermasse von 10 g die Transponder in max. 1 bis 2 min gesetzt werden (Abb. 2). Die Transponder wurden mittels eines Einmal-Injektor-Sets (steril) caudal-cranial im oberen Rückenbereich bzw. unteren Nackenbereich gesetzt. Transponder sind so zu setzen, dass die Tiere nicht selber an die betreffende Stelle/Bereich gelangen können und sollten auch final zu der eben genannten Körperachse zum Liegen kommen (und nicht quer, vgl. Abb. 1).

Bei Feldhamstern, welche deutlich aggressiver und somit schwieriger zu handhaben sind, findet aus diesem Grund hingegen meistens eine Sedierung oder Kurzzeintnarkose statt (vgl. Tab. 1).

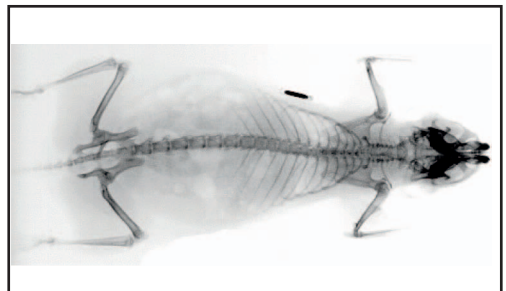


Abb. 1 Lage eines Passivtransponders in einem Goldhamster (*Mesocricetus auratus*) in dorsaler Aufsicht eines Röntgenbildes.

© P. Fritzsche, AG Allg. Zoologie, Martin-Luther-Universität, 2005.

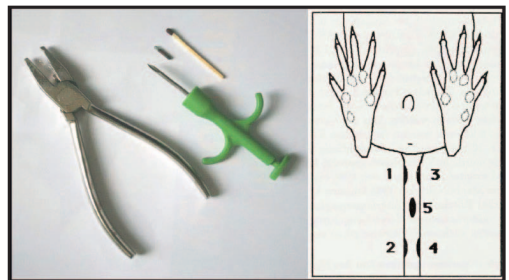


Abb. 2 Links: Beispiel für eine Ohrmarkierungszange und ein Passivtransponder (PIT) mit Einmalinjektor. Rechts: Schematische Darstellung von Markierungsbereichen für die farbliche Schwanztätowierung nach Hugo (1990). © Markus Deutsch (linkes Bild).

Tabelle 1 Beispielhafte Markierungsmethoden und Fragestellungen für verschiedene Vertreter, v.a. aus der Gruppe der Bilche, Hamster und Mäuse. Alle Markierungen, welche mit einer Sedierung/Narkose durchgeführt wurden sind in der Spalte 'Markierungstechnik' mit einem * gekennzeichnet.

Gruppe	Art	Fragestellung	Beispiele aus der Literatur	Markierungstechnik	Einschränkungen
Gliridae	Haselmaus	Raumnutzung	CHANIN & GUBERT 2012	PIT	≥ 12 g
		Populationsdynamik	BÜCHNER et al. 2003	Ohrtätowierung	
		Populationsdynamik, Physiologie	JUŠKAITIS 1999, JUŠKAITIS 2005, JUŠKAITIS 2014	Aluminiumringe (re. Hinterbein)	
		Populationsdynamik, Ökologie	BÖHME 2013, BÖHME briefl.	Ohrtätowierung	≥ 10 g, länger verstorbene Tiere aufgrund Lysis nicht mehr identifizierbar, weitere Einzelheiten siehe Abb. 5
Cricetinae	Goldhamster	Verbreitung, Aktivität	FRITZSCHE 2008, GATTERMANN et al. 2008	PIT, PIT Leseeinheit *	
	Schwarzbrusthamster	Verbreitung, Aktivität	FRITZSCHE et al. 2014	PIT, PIT Leseeinheit *	
	Feldhamster	Verhalten, Aktivität	GEHARDT 2005, MUNDT 2008	PIT, PIT Leseeinheit *	
		Aktivität, Reproduktion	MUSIL 2010, HUFNAGL et al. 2011	PIT, individuelle Farbmarkierung (Fell)	
		Population, Habitat	KUPFERNAGEL 2007	Ohrtätowierung, PIT *	
Muridae	Campell-Zwerghamster	Territorialverhalten, Aktivität	WYNNE-EDWARDS et al. 1992	Radio-Transmitter Implantat *	
	Weißfußmaus	Langzeitstudie der Effekte von Nagern auf Wald-Ökosysteme	OSTFELD et al. 1993	Ohrmarke	Bedingt durch Ohrmarken höhere Anfälligkeit gegenüber Zecken (<i>Ixodes sp.</i>)

Gruppe	Art	Fragestellung	Beispiele aus der Literatur	Markierungstechnik	Einschränkungen
Muridae, Arvicolidae	Hirschmaus	Methode: Verlust Markierungen	KUENZI et al. 2005	Ohrmarke vs. PIT	Ohrmarken deutlich effektiver, vgl. z. B. auch mit (MORLEY 2002) – hier wurden kaum Unterschiede für Untersuchungen am Frettchen (<i>Mustela furo</i>) gefunden (6 % Verlust Ohrmarken, 3,5 % für PIT)
	Waldmaus	unbekannt	FAIRLEY 1982	Beschneidung Zehen ("toe-clipping")	Geringere Widerfangrate nach Markierung
	Gelbhalbmaus, Rötelmaus, Kurzohrmaus	Habitatnutzung	HUGO 1990	Schwanztätowierung, Injektion von Acrylfarben	Anwendung auch für <i>Apodemus sylvaticus</i> , <i>Microtus arvalis</i> und <i>M. nivalis</i> – JACOBS, TEMPEL–THEDERAN und HEYDENREICH in HUGO (1990)
	Präriewühlmaus	Methode: Vergleich Überlebensrate/ Widerfangrate	WOOD & SLADE 1990	Ohrmarkierung vs. Beschneidung Zehen ("toe-clipping")	Geringere Widerfangrate nach Markierung (nach "toe-clipping")
	Graurötelmaus	Verhalten (Methodik)	LINDNER & FUELLING 2002	Ohrtätowierung	Anzahl individueller Markierungen
	Feldmaus	Populationsdynamik	BRINER et al. 2007	Ohrmarke	
	Feldmaus	Populationsdynamik, Habitat, Reproduktion	eigene Daten (DEUTSCH in Vorb.)	PIT, Ohrmarke	PIT ≥ 10 g, Ohrmarken < 10 g; Verlustraten PIT, 2013: 0.51 % (1 von 197), 2014: 5.09 % (62 von 1219) Ohrmarken $>> 10$ % je Monat
	unbekannt	unbekannt	SALAMON & KLETTENHEIMER 1994	Ohrmarken	Gelegentlich Infektionen, „trap shyness“
	Nacktmull	Methode: Vergleich Überlebensrate/Widerfangrate	BRAUDE & CISZEK 1998	Beschneidung Zehen ("toe-clipping") vs. PIT	Kein signifik. (n.s.) Unterschied, aber höhere n.s. Überlebensrate bei „toe-clipping“-Tieren
	Braunbrustigel	Population, Mortalität	MORI et al. 2015	Selbstklebende Farbbänder	Haltbarkeit über Zeit ($<< 9$ Monate)
Bathyl- eryidae Erinaceidae					

Transponder (PIT) eröffnen zudem auch noch die technische Möglichkeit der automatischen Detektion über die RFID-Technologie (NAGUIB 2007), welche bisher aber v.a. in anderen Tiergruppen wie beispielsweise Fischen (BOND et al. 2007), Amphibien (CHARNEY et al. 2009, CONNETTE & SEMLITSCH 2012) und Vögeln (BONTER & BRIDGE 2011, FARINE et al. 2014, HOU et al. 2015) genutzt wurde. Daraus können interessante biologische Parameter u. a. zum Verhalten (Aktivität) und Raumnutzung abgeleitet werden. Der Einsatz dieser Technik im Freiland ist bei Kleinsäugetern erstaunlich selten und beschränkte sich v. a. auf Aktivitätsmuster von baubewohnenden Kleinsäugetern im Freiland (REHMEIER et al. 2006, FRITZSCHE 2008, GATTERMANN et al. 2008, LARIMER et al. 2011, HALLE & STENSETH 2012, FRITZSCHE et al. 2014; Anwendungsbeispiel siehe Abb. 3). Insbesondere in Kombination mit Biosensoren („biological sensor tags“) dürfte das Potential der genannten Techniken für neue Fragestellungen und Untersuchungen bei Weitem noch nicht ausgeschöpft sein (KRAUSE et al. 2013, WILSON et al. 2015). Die Gewinnung zusätzlicher physiologischer Parameter (wie Körpertemperatur, Herzschlagrate, Metabolismus etc.) durch entsprechende miniaturisierte elektronische Datenlogger könnte helfen, gewonnene Daten zur Ökologie und Verhaltensbiologie besser zu verstehen. Auch eine Anwendung unter Naturschutzaspekten ist denkbar, wenn beispielsweise das Störpotential auf gefährdete Arten durch den Menschen bzw. menschliche Aktivitäten quantifiziert und somit realistisch abgeschätzt werden soll (SUTHERLAND 1998).

4.2. Ohrmarkierungen

Eine weitere, recht verbreitete Methode zur Markierung ist die Verwendung von **Ohrmarken** („ear tags“, Abb. 2 und 4). Diese bestehen in der Regel aus Metall oder Plastik und werden mit speziellen Zangen angebracht, sind vielseitig einsetzbar und in der Applikation vergleichsweise schnell und einfach durchführbar. Für Arten mit sehr kleinen Ohren, wie etwa der Feldmaus (*Microtus arvalis*), ist die Verwendung nur bedingt zu empfehlen, da die Verlustrate bereits über einen Monat beträchtlich ist

(eig. Daten, siehe auch Tab. 1). Allerdings wurden in einer eigenen Studie in erster Linie Tiere mit einer Körpermasse unter 10 g mit Ohrmarken versehen – möglich also, dass die Ohrmarken an adulten, schweren Tieren länger halten.

Besonders verbreitet und etabliert erscheint die Verwendung von Ohrmarken bei größeren Säugetieren, die dann auch eine visuelle Wiedererkennung aus der Entfernung ermöglichen, wie beispielsweise bei den folgenden Arten: Europäisches Gleithörnchen *Pteromys volans* (KOSKIMAKI et al. 2014), Biber *Castor canadensis* (MEYER 2006, WINDELS 2014), Wildschwein *Sus scrofa* und Rothirsch *Cervus elaphus* (PREVOT & LICOPPE 2013), Rotfuchs (HUBERT et al. 1976), Schwarzbär *Ursus americanus* (ALT et al. 1985), Braunbär *Ursus arctos* (GERVASI et al. 2012), Südlicher Seeelefant *Microunga leonina* (PISTORIUS et al. 2000). Selbst Vertreter unter den Primaten wurden mit dieser Methode markiert (KOWALEWSKI & GARBER 2010, WIMBERGER et al. 2010).

Ohrlochung („ear punching“ oder „ear notching“) sind weitere Möglichkeiten Tiere individuell zu markieren (HOFFMANN et al. 2010, SIKES et al. 2011, SILVY 2012). Dabei werden Löcher nach vorher festgelegtem Schema gestanzt⁴. Für länger laufende Untersuchungen ist diese Methode nur eingeschränkt verwendbar, da die Löcher sich mit der Zeit im Rahmen der Wundheilung wieder schließen bzw. auch ausreißen können und somit die Wiedererkennung schwierig bis unmöglich machen (HOFFMANN 1999, RAJNOCH et al. 2003, SILVY 2012).

Ohrtätowierungen haben sich für viele Arten bewährt (BOYE & SONDERMANN 1992, LINDNER & FUELLING 2002, BÜCHNER et al. 2003, HESS 2009). Die gewünschte Kombination wird mit Hilfe einer Tätowierzange gestanzt und mit dem Finger spezielle Tätowierfarbe aufgetragen und eingerieben (Details siehe z. B. (LINDNER & FUELLING 2002)).

Eine weitere Methode ist die Anwendung von punktuellen Farbinjektionen an den Ohren nach festgelegten Schemata mittels „microtattoo“ (HESS 2009), und somit prinzipiell ähnlich wie

4 http://www.theodora.com/rodent_laboratory/guideline_01_3.html

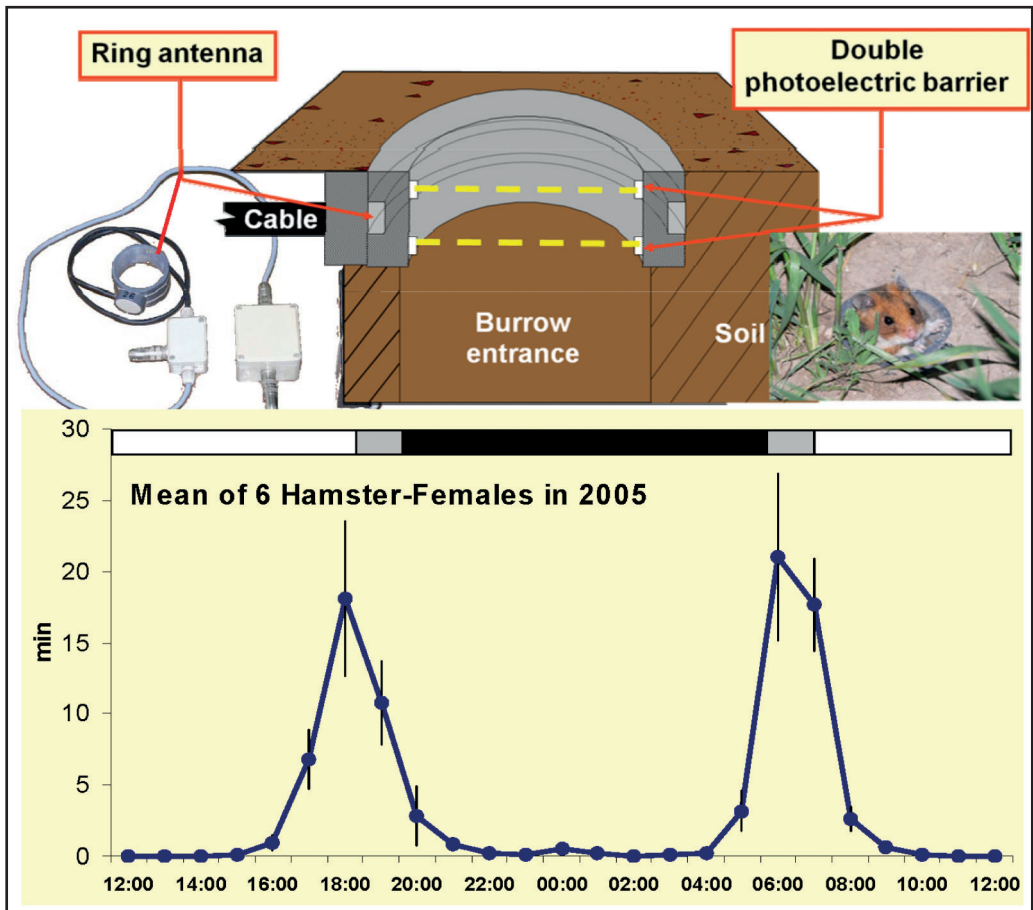


Abb. 3 Beispiel für die Anwendung einer automatisierten Erfassung mittels RFID-Technologie (Eigentwicklung Allg. Zoologie, MLU Halle, für ähnlichen Technikeinsatz siehe REHMEIER et al. 2006) einer baubewohnende Kleinsäugerart (hier Goldhamster *Mesocricetus auratus*) im Freiland. Hieraus lässt sich die (bimodale) Tagesaktivität außerhalb des Baus ableiten. Aktivitäten im Freiland können von denen im Labor bzw. in Gefangenschaft gewonnen erheblich abweichen (GATTERMANN et al. 2008).

Abbildung verändert nach Präsentation von P. Fritzsche (Halifax, Nova Scotia, Canada 2007).

© P. Fritzsche, AG Allg. Zoologie, Martin-Luther-Universität, 2005.

Abb. 4 Feldmaus (*Microtus arvalis*) mit Ohrmarke. Field vole (*Microtus arvalis*) with ear tag.

Ohrmarken wurden v.a. für sehr kleine Tiere unter 10 g verwendet (ansonsten wurden Transponder benutzt). Da Feldmäuse sehr kleine Ohren haben sind Ohrmarken nach eigener Ansicht und Erfahrung nur sehr eingeschränkt nutzbar. Innerhalb eines Fangturnus von 3 Tagen waren die Verluste vernachlässigbar, aber über einen Monat bereits bedeutend.

Leipzig-Halle Flughafen, Oktober 2012. © M. Deutsch





Abb. 5 Links: Beispiel einer Ohrtätowierung an einer Haselmaus (grünes „H“ eintätowiert). Rechts: Die dazugehörige Tätowierzange (Eigenbau). Beim Tätowieren ist folgende Heransgehenweise zu empfehlen (BÖHME briefl.): Um Ablesefehler zu vermeiden (z.B. hohe Verwechslungspotential der Ziffern 6 und 9, möglich sind Ziffern und Zahlen), ist die Tätowierzange bei allen Tiere identisch und möglichst immer an der körperabgewandten Seite anzusetzen. Bei Kontrollen werden mit einer Leuchtdioden-Lampe die Ohren durchleuchtet und nach ggf. bestehenden Markierungen abgesucht. Als Farben wurden schwarz und grün verwendet.

© Alle Bilder Johannes Böhme.

die weiter unten aufgeführte Schwanztätowierung. Im Vergleich von Ohrlochungen und Ohrtätowierungen bedeutet der letzte Ansatz („microtattoo“) unter Laborbedingungen (bei Ratten) KASANEN et al. (2011) zufolge den geringsten physiologischen Stress für die Tiere. Heller pigmentierte und größere Ohren dürften diese Methode deutlich erleichtern. Für beide gilt, dass Ablesefehler häufiger vorkommen dürften als bei der Verwendung von Transpondern. Spätestens bei hoher Anzahl zu markierender Individuen dürfte die Methode die Grenzen der Praktikabilität im Feld schnell erreichen.

4.3. Schwanztätowierungen

Prinzipiell lassen sich nicht nur Ohren tätowieren, sondern auch andere fellfreie Körperteile wie der Schwanz (HUGO 1990). Hierbei wird die Schwanzregion des zu behandelnden Tieres, ähnlich wie bei den Ohrlochmethoden, je nach Art und Größe in bestimmte Markierungsabschnitte unterteilt (Abb. 2), und in diesem Fall verschiedenfarbig markiert. Beispielsweise werden fünf Bereiche zur ventralen Injektion mit drei verschiedenen Acrylfarben (HUGO 1990, HOFFMANN 1999) versehen. Je nach Zahl

der verschiedenen Farben und Markierungsabschnitte lassen sich kombinatorisch eine entsprechende Anzahl von Tieren individuell markieren.

Diese Methode hat sich für manche Arten bewährt, eignet sich naturgemäß z. B. deutlich besser für Langschwanzmäuse (*Muridae*) als für Wühlmausarten (*Arvicolidae*) mit starker Schwanzbehaarung. Auch Tiere mit sehr dunkler, schuppiger oder fragiler Schwanzhaut können die Anwendung dieser Methode erschweren (HOFFMANN 1999).

4.4. Beschneidungen („mutilation“)

Das so genannte „toe-clipping“, also die gezielte Beschneidung der Zehen, fand und findet nach wie vor in erster Linie Anwendung bei Freiland- und Laborstudien mit Amphibien und Reptilien (HACC 2004, PERRY et al. 2011), wurde aber auch in geringerem Maße bei Kleinsäugetern angewendet und hier hinsichtlich der Effekte deutlich kritischer, aber auch widersprüchlich bewertet (z. B. Überlebens- und Wiederfangrate: FAIRLEY 1982, PAVONE & BOONSTRA 1985, KORN 1987, WOOD & SLADE 1990). In einem bestimmten Altersstadium ver-

ursacht diese Methode bei Labormäusen keinen größeren Stress und Schmerz bzw. Langzeitwirkungen als andere invasive Methoden (CASTELHANO-CARLOS et al. 2010, SCHAEFER et al. 2010).

Für Freilandstudien mit Kleinsäugetern wird diese Methode nur empfohlen, wenn aus methodischen Gründen keine der anderen in Betracht kommen und diese ggf. mit einer angestrebten Genotypisierung (Gewebeproben-Entnahme) kombiniert werden kann.

Es existieren für diese Methode einige lesenswerte Richtlinien welche auch weitere, größtenteils invasive Methoden beschreiben und sie auch hinsichtlich Tierschutzaspekten einordnen: (SMITH 2008, SIKES et al. 2011, ASAB/ASB 2015)⁵.

4.5. Fellmarkierungen

Alle zuvor gestellten Methoden haben invasiven bzw. permanenten Charakter. Natürlich existieren auch Markierungsmethoden, welche sich v.a. für kürzere Untersuchungszeiträume oder bestimmte Arten besonders eignen.

Zu diesen Methoden zählen für Kleinsäugeter naheliegende Methoden wie Fellschnitt („für clipping“) und Fellfärbung („für dyeing“) (STUBBE & WIEGAND 1994), welche sich v. a. bei kurzer Untersuchungsdauer und zur visuellen Identifizierung von Individuen oder Gruppen im Rahmen von Verhaltensbeobachtungen anbieten (vgl. Tab. 1, z. B. bei Feldhamster).

5. Kombination von mehreren Markierungsmethoden

Lässt sich für die zu untersuchende Art nicht oder nur sehr eingeschränkt prognostizieren, wie stark der Verlust der einzelnen Markierung sein wird, sollte ggf. eine mehrfache Markierung erwogen werden (FOKIDIS et al. 2006), zumindest in Fällen, in denen eine individuelle Wiedererkennung über einen langen Zeitraum für die Fragestellung essentiell ist. Sobald aus-

reichend Erkenntnis über die Haltbarkeit der entsprechenden Markierung vorliegt, kann die Markierung ggf. auf die effektivste Methode reduziert werden.

Auch bei einer gewünschten, aber zeitlich beschränkten Identifizierung über Sichtbeobachtung im Rahmen von Verhaltensregistrierungen und gleichzeitig längerfristiger Markierung für späteren Wiederfang könnte eine Doppelmarkierung angezeigt sein (siehe z. B. Untersuchungen Tab. 1 zum Feldhamster, MUSIL 2010, HUFNAGL & MILLESI 2011). So können neben der Markierung mit Transpondern Fellschnitte gesetzt werden.

Schlussbemerkung

Die Aufstellung der Methoden ist nicht vollumfänglich (z. B. auch die Telemetry fehlt), sondern beschränkt sich auf die für Kleinsäugeter gängigen und nahe liegenden Techniken (Übersicht für weitere siehe z. B. BARNETT & DUTTON 1995, POWELL & PROULX 2003, GURNELL & FLOWERDEW 2006, SIKES et al. 2011, SILVY 2012, ASAB/ASB 2015).

Grundsätzlich sind die meisten Markierungsmethoden nicht auf einzelne Tiergruppen beschränkt und oft unabhängig von der Größe des Tieres. Das bedeutet nicht, dass nahezu jede Methode auf jedes beliebige Tier anwendbar ist. Die Verwendung einer nicht geeigneten Methode (z. B. Zehen-Beschneidung bei Fledermäusen, Ohrmarken bei Spitzmäusen, vgl. BLV 1995, POWELL & PROULX 2003) kann dem zu untersuchenden Tier erheblichen Schaden zufügen.

Wird eine Methode bei einer Art verwendet, welche innerhalb der Familie bzw. Gattung bisher kaum oder gar nicht praktiziert wurde – also für die kaum Erfahrungsberichte und methodische Hinweise vorliegen – ist besondere Vorsicht angebracht.

Eine inhaltliche und gewissenhafte Auseinandersetzung mit der vorgestellten Thematik zur Ermittlung der für die entsprechende Fragestellung adäquaten Markierungsmethode(n) durch die planenden und durchführenden Personen einer Freilandstudie kann und soll dieser Artikel nicht ersetzen.

⁵ <http://oacu.od.nih.gov/ARAC/>
http://www.theodora.com/rodent_laboratory/guideline_01_3.html

Zusammenfassung

In diesem Artikel wird ein allgemeiner Überblick der gängigsten Markierungen von Kleinsäugetern (*Myomorpha* bzw. *Muroidea*) im Freiland, inklusive der wichtigsten Veröffentlichungen zur Methodik und beispielhafter Untersuchungen, gegeben.

Zu den wichtigsten Markierungsmethoden für die vorgestellte Gruppe von Kleinsäugetern sind folgende zu zählen: Passivtransponder, Ohrmarkierungen mittels Marke (Metall, Plastik), Tätowierungen und Beschneidungen (Lochungen), Schwanztätowierungen und – mit Einschränkungen – die Zehenbeschneidung als invasive Formen.

Die wichtigste nicht-invasive Markierung für die behandelte Gruppe sind Fellschnitt und Fellfärbung. Es existieren darüber hinaus noch einige weitere Markierungsmethoden, welche übersichtlich in Lehrbüchern und anderen Übersichtartikeln dargestellt werden. Prinzipiell sind sehr viele Methoden unabhängig von der Größe und Ökologie über diverse Tiergruppen anwendbar.

Die Eignung einer Methode richtet sich nach der zu untersuchenden Art und der dazugehörigen Fragestellung. Auch der Untersuchungszeitraum spielt eine entscheidende Rolle bei der Wahl der Methode. Bei mittel- bis langfristigen Untersuchungen und der Anwendung von Fang-Wiederfang-Modellen wird in der Regel die Verwendung von Passivtranspondern empfohlen.

Das Potential der RFID-Technologie mit der zusätzlichen Verwendung von Biosensoren für zukünftige wissenschaftliche Fragestellungen auch bei dieser Gruppe findet Erwähnung.

Mehrfachmarkierungen (z. B. Transpondern und Fellfärbungen) können bei bestimmten Fragestellungen sinnvoll sein, wie etwa bei einer nötigen visuellen Wiedererkennungen im Rahmen von Verhaltensstudien oder für die Gewinnung von Gewebeproben für genetische Untersuchungen.

Arten- und tierschutzrechtliche Gesichtspunkte müssen immer Berücksichtigung finden, da der Fang- und die Markierung diversen Gesetzgebungen und einer Prüfung auf Antrag unterliegen.

Summary

A review on methods for marking of micromammalia in the field

This article gives a comprehensive synopsis of different marking methods for field studies in small mammals, especially focusing on group of *Myomorpha* and *Muroidea*, respectively. Most important publications on methods and also some exemplary cases of field studies using relevant methods are considered. Following techniques are regarded as the most important marking methods of permanent-invasive character: passive integrated transponders (PIT), ear marking with tags, tattooing, mutilation (ear punching, ear notching), tail tattooing and – with restrictions – toe-clipping. Fur clipping and fur dyeing are deemed to be the most often used non-invasive methods.

Beyond those listed, there is quite a few number of additional methods, which are described in the diverse books of methods and review articles (the most relevant ones are cited in the article). Principally, most marking methods are not restricted to body size or particular ecology, but can often be applied for many different orders of animals.

The to-be-chosen method strongly depends on the target animal and scientific focus. Another important detail for choosing the appropriate method is the duration of the field study. For medium- to long-term field studies and population estimates relying on catch-recatch-models the use of passive transponders is advisable. The high potential of RFID technology in mutual use with biosensors for new scientific approaches in future field studies is mentioned briefly in the article.

The use of multiple marking methods (e.g. transponders and fur markings) might be preferred if e.g. visual recognition in a behavioral study or the extraction of tissue samples for genetic analysis is needed.

By any means, aspects of ethics, animal welfare and species protection must be considered in any field study catching and marking animals, since they will be subject of European and national legislation and will therefore be audited on request by the authorities concerned.

Dank

Im Rahmen eigener Untersuchungen zur Populationsdynamik der Feldmaus (*Microtus arvalis*) auf den Vorfeldern des Flughafens Leipzig-Halle haben folgende Personen Auskunft und wertvolle Hinweise zu Fang- und Markierungsmethoden gegeben: Herrmann Ansorge (Görlitz), Johannes Böhme (Dresden), Sven Büchner (Cottbus), Olaf Fülling (Havixbeck), Peter Fritzsche (Halle), Stefan Halle (Jena), Angela Leukers (Münster), Jan-Dieter Ludwigs (Hirschberg). Stefan Halle lieh mir für den Zeitraum der Untersuchungen Lebendfallen (Typ Ugglan, Fa. Grahnab, Schweden) seiner Arbeitsgruppe. Herr Dasmann (Fa. Tierchip, Tecklenburg, www.tierchip.de) zeigte sein Herz für wissenschaftliche Forschung und kam mir beim Preis für die PITs entgegen.

Folgende Personen stellten Fotos zur Verfügung: Peter Fritzsche und Johannes Böhme.

Der Flughafen Leipzig-Halle GmbH finanzierte die hier erwähnte Freilandstudie im Rahmen eines Drittmittelprojektes mit der Universität Halle. Hier sind stellvertretend für den Flughafen in erster Linie René Apitzsch und Dierk Näther zu nennen.

Die kritische Durchsicht des Manuskripts besorgte Peter Fritzsche; die englischen Zusammenfassung korrigierte Frank Steinheimer (Halle). Allen gebührt mein herzlichster Dank!

Literatur

- ALT, G.L.; McLAUGHLIN, C.R.; POLLOCK, K.H. (1985): Ear Tag Loss by Black Bears in Pennsylvania. – *Journal of Wildlife Management* **49**: 316–320.
- ARNASON, A.N.; MILLS, K.H. (1981): Bias and Loss of Precision Due to Tag Loss in Jolly–Seber Estimates for Mark-Recapture Experiments. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **38**: 1077–1095.
- ASSOCIATION FOR THE STUDY OF ANIMAL BEHAVIOUR/ANIMAL SOCIETY BEHAVIOR (ASAB/ASB) (2015): Guidelines for the treatment of animals in behavioural research and teaching. – *Animal Behaviour* **99**: 1–IX.
- BARNETT, A.; DUTTON, J. (1995): Small Mammals. Expedition Field Techniques series, Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society. – London.
- BÖHME, J. (2013): Untersuchungen zur Abundanz und weiteren populationsökologischen Parametern der Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*) in einem isolierten Waldstück in der Oberlausitz mithilfe von verschiedenen Erfassungsmethoden. – Masterarbeit. Hochschule Zittau/Görlitz.
- BOND, M.H.; HANSON, C.V.; BAERTSCH, R.; HAYES, S.A.; MACFARLANE, R.B. (2007): A new low-cost instream antenna system for tracking passive integrated transponder (PIT)-tagged fish in small streams. – *Transactions of the American Fisheries Society* **136**: 562–566.
- BONTER, D.N.; BRIDGE, E.S. (2011): Applications of radio frequency identification (RFID) in ornithological research: a review. – *Journal of Field Ornithology* **82**: 1–10.
- BOYE, P.; SONDERMANN, D. (1992): Ohrtätowierungen zur individuellen Kennzeichnung von Nagetieren im Freiland. – *Säugetierkd Inf* **3**: 425–430.
- BRAUDE, S.; CISZEK, D. (1998): Survival of naked mole-rats marked by implantable transponders and toe-clipping. – *Journal of Mammalogy* **79**: 360–363.
- BRINER, T.; FAVRE, N.; NENTWIG, W.; J.P. AIROLDI, J.P. (2007): Population dynamics of *Microtus arvalis* in a weed strip. – *Mammalian Biology – Zeitschrift für Säugetierkunde* **72**: 106–115.
- BÜCHNER, S.; STUBBE, M.; STRIESE, D. (2003): Breeding and biological data for the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) in Eastern Saxony (Germany). – *Acta Zool Acad Sci Hung* **49**: 19–26.
- CASTELHANO-CARLOS, M.J.; SOUSA, N.; OHL, F.; BAUMANS, V. (2010): Identification methods in newborn C57BL/6 mice: a developmental and behavioural evaluation. – *Laboratory Animals* **44**: 88–103.
- CHANIN, P.; GUBERT, L. (2012): Common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) movements in a landscape fragmented by roads. – *Lutra* **55**: 3–15.
- CHARNEY, N.D.; LETCHER, B.H.; HARO, A.; WARREN, P.S. (2009): Terrestrial Passive Integrated Transponder Antennae for Tracking Small Animal Movements. – *Journal of Wildlife Management* **73**: 1245–1250.
- CONNETTE, G.M.; SEMLITSCH, R.D. (2012): Successful use of a passive integrated transponder (PIT) system for below-ground detection of plethodontid salamanders. *Wildlife Research* **39**: 1–6.
- ERGON, T.; GARDNER, B. (2014): Separating mortality and emigration: modelling space use, dispersal and survival with robust-design spatial capture-recapture data. – *Methods in Ecology and Evolution* **5**: 1327–1336.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) (2009): Risk Assessment for Birds and Mammals. – *EFSA Journal* **7**.
- FAIRLEY, J.S. (1982): Short-term effects of ringing and toe-clipping on the recapture of Wood mice (*Apodemus sylvaticus*). – *Journal of Zoology* **197**: 295–297.
- FARINE, D.R.; APLIN, L.M.; GARROWAY, C.J.; MANN, R.P.; SHELDON, B.C. (2014): Collective decision making and social interaction rules in mixed-species flocks of songbirds. – *Animal Behaviour* **95**: 173–182.
- FOKIDIS, H.B.; ROBERTSON, C.; RISCH, T.S. (2006): Keeping tabs: Are redundant marking systems needed for rodents? – *Wildlife Society Bulletin* **34**: 764–771.
- FRITZSCHE, P. (2008): Wild golden hamsters in Turkish fields – distribution and activity. – In: PESCHKE, E.; MORITZ, G. (eds): Internationales Ehrensymposium im Gedenken an Rolf Gattermann, Halle (Saale), Germany. 102 S.
- FRITZSCHE, P.; USHAKOVA, M.V.; CHUNKOV, M.M.; OMAROV, K.Z.; WEINERT, D.; A.V. SUROV, A.V. (2014): Daily activity patterns of hamster species differ in the labora-

- tory and the field new data from *Mesocricetus raddei*. – In: International Conference on Rodent Biology, Page 178, Lisbon.
- GATTERMANN, R.; JOHNSTON, R.E.; YIGIT, N.; FRITZSCHE, P.; LARIMER, S.; OZKURT, S.; NEUMANN, K.; SONG, Z.; COLAK, E.; JOHNSTON, J.; MCPHEE, M.E. (2008): Golden hamsters are nocturnal in captivity but diurnal in nature. – *Biology Letters* **4**: 253–255.
- GEBHARDT, C. (2005): Verhaltensbiologische Untersuchungen am Feldhamster (*Cricetus cricetus*) im Freiland. – Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Deutschland.
- GERVASI, V.; CIUCCI, P.; BOULANGER, J.; RANDI, E.; BOLTANI, L. (2012): A multiple data source approach to improve abundance estimates of small populations: The brown bear in the Apennines, Italy. – *Biological Conservation* **152**: 10–20.
- GURNELL, J.; FLOWERDEW, J.R. (2006): Live trapping small mammals. Mammal Society.
- HALLE, S.; STENSETH, N.C. (2012): Activity patterns in small mammals: an ecological approach. Springer.
- HARPER, S.J.; BATZLI, G.O. (1996): Monitoring use of runways by voles with passive integrated transponders. – *Journal of Mammalogy* **77**: 364–369.
- HERPETOLOGICAL ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE (HACC) (2004): Guidelines for use of live amphibians and reptiles in field and laboratory research 2nd ed. American Society of Ichthyologists and Herpetologists.
- HESS, B. (2009): Mouse Ear Tattoo: A Quick and Easy Alternative to Ear Punches and Tags. – *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* **48**: 587–588.
- HOFFMANN, A. (1999): Habitatnutzung und Populationsdynamik von Kleinsäugetern im Grasland des Queen Elizabeth National Park, Uganda. – Dissertation, Technische Universität Braunschweig (<http://www.biblio.tubs.de/ediss/data/20000114a/20000114a.html>).
- HOFFMANN, A.; DECHER, J.; ROVERO, F.; SCHAEER, J.; VOIGT, C.; WIBBELT, G. (2010): Field Methods and Techniques for Monitoring Mammals. – Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring. – Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria: 482–529.
- HOU, L.L.; VERDIRAME, M.; WELCH, K.C. (2015): Automated tracking of wild hummingbird mass and energetics over multiple time scales using radio frequency identification (RFID) technology. – *Journal of Avian Biology* **46**: 1–8.
- HUBERT, G.F.; STORM, G.L.; PHILLIPS, R.L.; ANDREWS, R.D. (1976): Ear Tag Loss in Red Foxes. – *Journal of Wildlife Management* **40**: 164–167.
- HUFNAGL, S.; FRANCESCHINI-ZINK, C.; MILLESI, E. (2011): Seasonal constraints and reproductive performance in female Common hamsters (*Cricetus cricetus*). – *Mammalian Biology – Zeitschrift für Säugetierkunde* **76**: 124–128.
- HUFNAGL, S. (2011): Seasonal constraints and diet composition in Common hamsters (*Cricetus cricetus*) living in an urban environment. – Diplomarbeit, 36 S. Universität Wien, Fakultät für Lebenswissenschaften.
- HUGO, A. (1990): Successful recaptures of small mammals using a new marking method. – *Zeitschrift für Säugetierkunde – International Journal of Mammalian Biology* **55**: 421–424.
- JACOB, J.; MANSON, P.; BARFKNECHT, R.; FREDRICKS, T. (2014): Common vole (*Microtus arvalis*) ecology and management: implications for risk assessment of plant protection products. – *Pest Management Science* **70**: 869–878.
- JUŠKAITIS, R. (1999): Life tables for the common dormouse *Muscardinus avellanarius* in Lithuania. – *Acta Theriologica* **44**: 465–470.
- JUŠKAITIS, R. (2014): Summer mortality in the hazel dormouse (*Muscardinus avellanarius*) and its effect on population dynamics. *Acta Theriologica* **59**: 311–316.
- JUŠKAITIS, R. (2005): Daily torpor in free-ranging common dormice (*Muscardinus avellanarius*) in Lithuania. – *Mammalian Biology – Zeitschrift für Säugetierkunde* **70**: 242–249.
- KASANEN, I.H.E.; VOPIO, H.M.; LESKINEN, H.; LUODONPAA, M.; NEVALAINEN, T. (2011): Comparison of ear tattoo, ear notching and microtattoo in rats undergoing cardiovascular telemetry. – *Laboratory Animals* **45**: 154–159.
- KENDALL, W.L. (1999): Robustness of closed capture-recapture methods to violations of the closure assumption. – *Ecology* **80**: 2517–2525.
- KORN, H. (1987): Effects of live-trapping and toe-clipping on body weight of European and African rodent species. – *Oecologia* **71**: 597–600.
- KOSKIMAKI, J.O.H.; KOTIAHO, J.S.; LAMPILA, S.; MAKELA, A.; SULKAVA, R.; MONKKONEN, M. (2014): Are habitat loss, predation risk and climate related to the drastic decline in a Siberian flying squirrel population? A 15-year study. – *Population Ecology* **56**: 341–348.
- KOWALEWSKI, M.M.; GARBER, P.A. (2010): Mating Promiscuity and Reproductive Tactics in Female Black and Gold Howler Monkeys (*Alouatta caraya*) Inhabiting an Island on the Parana River, Argentina. – *American Journal of Primatology* **72**: 734–748.
- KRAUSE, J.; KRAUSE, S.; ARLINGHAUS, R.; PSORAKIS, I.; ROBERTS, S.; RUTZ, C. (2013): Reality mining of animal social systems. – *Trends in Ecology & Evolution* **28**: 541–551.
- KREBS, C.J.; KELLER, B.L.; TAMARIN, R.H. (1969): Microtus Population Biology: Demographic Changes in Fluctuating Populations of *M. Ochrogaster* and *M. pennsylvanicus* in Southern Indiana. – *Ecology* **50**: 587–607.
- KUENZI, A.; ZUMBRUN, M.; HUGHES, K. (2005): Ear tags versus passive integrated transponder (PIT) tags for effectively marking deer mice. – *Intermountain Journal of Sciences* **11**: 66–70.
- KUPFFERNAGEL, C. (2007): Populationsdynamik und Habitatnutzung des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*) in Südost-Niedersachsen. Ökologie, Umsiedlung und Schutz. Dissertation, Universität Braunschweig, Braunschweig.
- LARIMER, S.C.; FRITZSCHE, P.; SONG, Z.; JOHNSTON, J.; NEUMANN, K.; GATTERMANN, R.; MCPHEE, M.E.; JOHNSTON, R.E. (2011): Foraging behavior of golden hamsters (*Mesocricetus auratus*) in the wild. – *Journal of Ethology* **29**: 275–283.
- LINDNER, E.; FUELLING, O. (2002): Marking methods in small mammals: ear-tattoo as an alternative to toe-clipping. – *Journal of Zoology* **256**: 159–163.

- MEYER, J. (2006): Field methods for studying nutria. – *Wildlife Society Bulletin* **34**: 850–852.
- MORI, E.; MENCHETTI, M.; BERTOLINO, S.; MAZZA, G.; ANCILLOTTO, L. (2015): Reappraisal of an old cheap method for marking the European hedgehog. – *Mammal Research* **60**: 189–193.
- MORLEY, C.G. (2002): Evaluating the performance of PIT tags and ear tags in a capture-recapture experiment. – *New Zealand Journal of Zoology* **29**: 143–148.
- MUNDT, G. (2008): Activity patterns of common hamsters in the wild. – In: PESCHKE, E.; MORITZ, G. (eds): Internationales Ehrensymposium im Gedenken an Rolf Gattermann, Halle (Saale), Germany. 102 S.
- MUSIL, J. (2010): Saisonale Aktivität, Reproduktion und Stressbelastung weiblicher Feldhamster bei unterschiedlichen Populationsdichten in einem urbanen Lebensraum. – Diplomarbeit, 78 S. Universität Wien, Fakultät für Lebenswissenschaften.
- NAGUIB, M. (2007): Methoden der Verhaltensbiologie. Springer-Verlag.
- OSTFELD, R.S.; MILLER, M.C.; SCHNURR, J. (1993): Ear-tagging increases tick (*Ixodes dammini*) infestation rates of white-footed mice (*Peromyscus leucopus*). – *Journal of Mammalogy* **74**: 651–655.
- PAVONE, L.V.; BOONSTRA, R. (1985): The effects of toe clipping on the survival of the meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*). – *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* **63**: 499–501.
- PERRY, G.; WALLACE, M.C.; PERRY, D.; CURZER, H.; MUHLBERGER, P. (2011): Toe Clipping of Amphibians and Reptiles: Science, Ethics, and the Law. *Journal of Herpetology* **45**: 547–555.
- PISTORIUS, P.A.; BESTER, M.N.; KIRKMAN, S.P.; BOVENG, P.L. (2000): Evaluation of age- and sex-dependent rates of tag loss in southern elephant seals. – *Journal of Wildlife Management* **64**: 373–380.
- POWELL, R.A.; PROULX, G. (2003): Trapping and marking terrestrial mammals for research: Integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. – *Ilar Journal* **44**: 259–276.
- PREVOT, C.; LICOPPE, A. (2013): Comparing red deer (*Cervus elaphus* L.) and wild boar (*Sus scrofa* L.) dispersal patterns in southern Belgium. – *European Journal of Wildlife Research* **59**: 795–803.
- RAJNOCH, C.; FERGUSON, S.; METCALFE, A.D.; HERRICK, S.E.; WILLIS, H.S.; FERGUSON, M.W.J. (2003): Regeneration of the ear after wounding in different mouse strains is dependent on the severity of wound trauma. – *Developmental Dynamics* **226**: 388–397.
- REHMEIER, R.L.; KAUFMAN, G.A.; KAUFMAN, D.W. (2006): An automatic activity-monitoring system for small mammals under natural conditions. – *Journal of Mammalogy* **87**: 628–634.
- SALAMON, M.; KLETTENHEIMER, B. (1994): A new technique for marking and later recognizing small mammals in the field. – *Journal of Zoology* **233**: 314–317.
- SCHAEFER, D.C.; ASNER, I.N.; SEIFERT, B.; BUERKI, K.; CINELLI, P. (2010): Analysis of physiological and behavioural parameters in mice after toe clipping as newborns. – *Laboratory Animals* **44**: 7–13.
- SCHWEIZER BUNDESAMT FÜR LEBENSMITTELSICHERHEIT UND VETERINÄRWESSEN (1995): Fang, Immobilisation und Markierung freilebender Wildtiere für wissenschaftliche Untersuchungen und Bestandeserhebungen: notwendige Meldungen, Bewilligungen und vertretbare Methoden. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Bern.
- SIKES, R.S.; GANNON, W.L.; AMERICAN SOC. MAMMOLOGISTS (2011): Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. – *Journal of Mammalogy* **92**: 235–253.
- SILVY, N.J. (2012): The Wildlife Techniques Manual: Volume 1: Research. Volume 2: Management 2-vol. Set. JHU Press.
- SMITH, A. (2008): Toe-clipping in mice: an evaluation of the method and alternatives. 18 S. – In: National Veterinary Institute (Oslo); NORECOPA Norway. www.norecopa.no.
- STUBBE, A.; WIEGAND, S. (1994): Ontogenesis of pelage and the course of moulting in *Microtus brandti* (RADDE 1861). – *Z. Säugetierkunde* **59**: 199–208.
- SUTHERLAND, W.J. (1998): The importance of behavioural studies in conservation biology. – *Animal Behaviour* **56**: 801–809.
- WHITE, G.C.; BURNHAM, K.P. (1999): Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird study* **46**: 120–139.
- WILSON, A.D.M.; WIKELSKI, M.; WILSON, R.P.; COOKE, S.J. (2015): Utility of biological sensor tags in animal conservation. *Conservation Biology* **29**: 1065–1075.
- WIMBERGER, K.; DOWNS, C.T.; PERRIN, M.R. (2010): Post-release Success of Two Rehabilitated Vervet Monkey (*Chlorocebus aethiops*) Troops in KwaZulu-Natal, South Africa. – *Folia Primatologica* **81**: 96–108.
- WINDELS, S.K. (2014): Ear-Tag Loss Rates in American Beavers. – *Wildlife Society Bulletin* **38**: 122–126.
- WOOD, M.D.; SLADE, N.A. (1990): Comparison of Ear-Tagging and Toe-Clipping in Prairie Voles, *Microtus ochrogaster*. – *Journal of Mammalogy* **71**: 252–255.
- WYNNE-EDWARDS, K.E.; SUROV, A.V.; TELITZINA, A.Y. (1992): Field studies of chemical signalling: direct observations of dwarf hamsters (*Phodopus*) in Soviet Asia. – Pages 485–491, Chemical Signals in Vertebrates 6. Springer.

Anschrift des Verfassers:

MARKUS DEUTSCH
 Institut für Biologie/Zoologie
 Domplatz 4
 D-06108 Halle (Saale)
 E-Mail: markus.deutsch@zoologie.uni-halle.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Deutsch Markus

Artikel/Article: [Methoden zur Markierung von Kleinsäugetern im Freiland – eine Übersicht \(Review\) 275-287](#)