

Effizienzkontrolle verschiedener Erfassungsmethoden für arboreale Kleinsäuger in Waldhabitaten und vernetzenden Landschaftsstrukturen

Kirsten Kuhbier, Nina I. Becker & Jorge A. Encarnaçao

Hintergrund

Habitatverlust und -fragmentierung stellen die größte Bedrohung heimischer Tierpopulationen dar (HANSKI 1998, LAURANCE & LAURANCE 2003, ANDERSON & JENKINS 2006). So werden strukturreiche Mischwälder mit abwechslungsreicher Strauchschicht durch Umwandlung in wirtschaftlich ertragreichere Monokulturen oder durch intensiviertere Durchforstung immer seltener (ROEDENBECK et al. 2005). Zudem führen unter anderem der Bau von Straßen und Versorgungswegen beispielsweise für Windparks im Wald zu einer fortschreitenden Fragmentierung der verbliebenen unzerschnittenen Waldgebiete (ROEDENBECK et al. 2005). Als Folge wird der genetische Austausch zwischen Populationen reduziert, was ultimativ zu einem erhöhten Aussterberisiko durch Inzucht und reduzierte Besiedlung neuer Habitats führt (HANSKI 1998, ANDERSON & JENKINS 2006). Vernetzende Landschaftsstrukturen sind in diesem Fall essentiell als Korridore zwischen Waldhabitaten, da sie die Ausbreitung der Tiere sowie den genetischen Austausch zwischen den Teilpopulationen fördern und folglich auch den Erhalt der Gesamtpopulation ermöglichen (ANDERSON & JENKINS 2006, GILBERT-NORTON et al. 2010). Insbesondere Kleinsäuger wie Bilche (Gliridae), Mäuseartige (Muroidea) oder Eichhörnchen (Sciuridae) sind aufgrund ihrer arboresalen Lebensweise im Geäst von Bäumen bzw. Sträuchern und ihrer geringen Ausbreitungsrate von dieser Problematik betroffen (VERBOOM & VAN APPELDORN 1990, BRIGHT & MORRIS 1996). Als prominentes Beispiel gilt in diesem Zusammenhang die Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*), welche gemäß Anhang IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) unter besonderem Schutz steht und daher eine hohe Planungsrelevanz besitzt. Die Identifizierung sowohl von geeigneten Wald-



Abb. 1: Neue Haarfalle (Typ HF2R) aus grobmaschigem Draht. An beiden Öffnungen befindet sich ein Haarhafröhrchen mit doppelseitigem Klebeband; in der Mitte erfolgt die Beköderung mit z. B. Erdnussbutter. Die Haarfalle wird um den Ast installiert, um eine weitere Fortbewegung auf dem Ast zu gewährleisten. (Foto: inatu.re)

habitaten als auch von vernetzenden Landschaftsstrukturen in Form von Gebüschstreifen oder Baumreihen als potentielle Ausbreitungskorridore ist daher unabdingbar. Für arboreale Kleinsäuger bieten sich hierfür eine Vielzahl nicht-invasiver Erfassungsmethoden an, deren jeweilige Eignung in Wald und Korridor in einer dreijährigen Studie hinsichtlich ihrer Nachweiseffizienz überprüft wurde.

Erfassungsmethoden

In einem vergleichenden Studiendesign wurden sieben verschiedene Erfassungsmethoden für arboreale Kleinsäuger eingesetzt. Die Methodenauswahl wurde dabei auf die Erfassung der planungsrelevanten Haselmaus ausgerichtet, um direkte und indirekte Erfassungsmethoden zu vergleichen. Indirekte Methoden liefern mehrere Nachweise pro Tier durch Haare (Haarfalle), Trittsiegel (Spuren-

tunnel) oder Fraßspuren (Fraßspuren-suche oder Futterstation). Direkte Methoden erbringen nur einen Nachweis pro Tier durch Sichtung desselbigen oder von dessen Nest (Nesttube, Haselmauskasten, Wildkamera).

Haarfallen sind eine verbreitete Methode für die Erfassung von Nagetieren, gelten jedoch in der Praxis zumindest für den Nachweis arborealer Kleinsäuger als vergleichsweise aufwendig und zudem wenig effizient (BRIGHT et al. 2006, RYAN 2011a). Wir entwickelten eine neue Haarfalle (Typ HF2R), welche den Nachteilen der üblich genutzten Variante Rechnung trägt und signifikant mehr Nachweise für arboreale Kleinsäuger liefert als Nesttubes, Haselmauskästen, Spurentunnel, Futterstationen, Kamerafallen und Freinestsuche (KUHBIER 2017, 2019). Es handelt sich dabei um eine Röhre aus grobmaschigem Draht, die es durch die Installation um 0,5 bis 2 m

hohe, horizontale Äste Kleinsäufern weiterhin ermöglicht, den Ast zur Fortbewegung zu nutzen. An jedem Ende befindet sich ein frei bewegliches mit doppelseitigem Klebeband versehenes Haarhafftröhrchen (Abb. 1). Die Haarfalle wird in der Mitte z. B. mit Erdnussbutter beködert, wodurch die Tiere beim Passieren der Haarhafftröhrchen Haare hinterlassen. Die Haaranalyse wurde nach TEERINK (2003) durchgeführt.

Spurentunnel wurden bereits zur Erfassung von Mardern (Mustelidae) genutzt und stellten sich 2012 auch als geeignete Nachweismethode für die Gliridae (insbesondere Siebenschläfer *Glis glis*) heraus (CAPT et al. 2014). Im Jahr 2016 konnten Spurentunnel zudem erfolgreich für den Nachweis von Waldmäusen (*Apodemus sylvaticus*) und Haselmäusen eingesetzt werden (MILLS et al. 2016). In Deutschland sind sie noch kein fester Bestandteil der gängigen Erfassungsmethodik und systematische Prüfungen zur Nachweissicherheit liegen bisher nicht vor (BÜCHNER et al. 2017). In Anlehnung an die in der Schweiz gebräuchlichen Spurentunnel (CAPT et al. 2014, www.probilche.ch) und unserem Haarfallendesign haben wir einen Spurentunnel aus grobmaschigem Draht, abgedeckt mit grünem Gewebepapier, entwickelt (Abb. 2). Der Boden trägt ein mit ungiftiger Fingermalfarbe bestrichenes Schwammtuch in der Mitte und Löschpapier zu beiden Seiten, sodass die passierenden Tiere ihre Trittsiegel auf dem Papier hinterlassen. Die ebenfalls durchgängigen Spurentunnel wurden auf 0,5 bis 2 m hohen, horizontalen Ästen installiert.

Die Fraßspurensuche gilt bei Vorkommen von Haselsträuchern durch die charakteristischen Spuren an Haselnüssen als eine zuverlässige Erfassungsmethode arborealer Kleinsäuger mit hoher Nachweiseffizienz (BRIGHT et al. 2006, KUHBIER 2017). So zeichnen sich die Fraßspuren von Haselmäusen durch ein kreisrundes Loch mit parallelen Zahnsuren zum Rand aus und sind somit gut von den Spuren anderer Nager zu unterscheiden. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführte Suche erfolgte an drei Haselsträuchern in einem 10 x 10 m-Quadrat um den jeweiligen Strauch für

20 Minuten, wobei sowohl unversehrte als auch angeknabberte Haselnüsse gesammelt wurden (BRIGHT et al. 1994). Die Bestimmung der Nagespuren erfolgte anhand eines in Anlehnung an verfügbare Bestimmungshilfen (www.nabu.de, www.pronatura.ch, www.blickinsdickicht.at) selbsterstellten Bestimmungsschlüssels (KUHBIER 2017, 2019).

Futterstationen werden installiert, um anhand der Kotpellets arborealer Kleinsäuger eine Artbestimmung durchzuführen (BRIGHT et al. 2006). Allerdings ist eine visuelle Kotbestimmung nicht zuverlässig und insbesondere der Kot von Haselmäusen selten zu finden (BRIGHT et al. 2006, MARCHESI et al. 2008). In Anlehnung an die effiziente Fraßspurensuche haben wir daher große Haselnüsse in 0,5 bis 2 m hohen, auf Ästen installierten Plastikschaalen dargeboten, um die Artbestimmung anhand von Fraßspuren durchzuführen (ENCARNAÇÃO & BECKER 2015).

Nesttubes wurden ursprünglich zum Nachweis von Siebenschläfern entwickelt. Die kleinere Version hat sich als effiziente Methode für die Kurzzeiterfassung von Haselmäusen etabliert, wobei sie entweder als Tagesversteck oder zur Jungenaufzucht genutzt wird (MORRIS & TEMPLE 1998, BRIGHT et al. 2006). Die von uns verwendeten handelsüblichen

Nesttubes (297 x 67 x 67 mm, 130 g, www.nhbs.com) bestehen aus einer witterungsbeständigen schwarzen Röhre und einem herausziehbaren Holzboden. Die Nesttubes wurden ebenfalls an 0,5 bis 2 m hohe, horizontale Äste mit der Öffnung leicht abwärts zum Stamm gerichtet installiert.

Haselmauskästen sind hölzerne Nistkästen, deren Eingang zum Baumstamm gelegen ist, um den Besatz durch Vögel zu verhindern (BRIGHT et al. 2006). Sie dienen somit als Baumhöhlensatz und werden auch von anderen arborealen Kleinsäufern, wie Wald- und Gelbhalsmäusen (*Apodemus sylvaticus/flavicollis*) und Rötelmäusen (*Myodes glareolus*), genutzt (BRIGHT et al. 2006, JENRICH et al. 2010). Da es Jahre dauern kann bis sie angenommen werden, gelten sie für kurzfristige Studien als ungeeignet (BRIGHT et al. 2006). Die von uns verwendeten Haselmauskästen wurden nach einer Bauanleitung des NABU komplett aus Holz gefertigt und in ca. 1,5 m Höhe an Baumstämmen installiert.

Kamerafallen sind eine effektive Methode zur großflächigen Langzeiterfassung von Säugetieren und konnten auch für arboreale Kleinsäuger wie Haselmäuse, Waldmäuse und Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) als effektive Erfassungsmethode



Abb. 2: Spurentunnel aus grobmaschigem Draht. Auf dem herausziehbaren Boden befindet sich zu beiden Seiten Löschpapier, in der Mitte das Farbkissen aus Schwammtuch und Fingermalfarbe. Die Installation erfolgt auf Ästen. (Foto: inatu.re)

bestätigt werden (RYAN 2011b, DICERBO & BIANCARDI 2012, MILLS et al. 2016). Wir verwendeten Wildkameras von Tevion/Maginon (WK1, supra Foto-Elektronik) in Kombination mit einem Erdnussbutterglas in einer überdachten Holzhalterung als Beködierung. Sowohl Wildkamera als auch Halterung wurden gegenüberliegend in einer Höhe von ca. 3 m und einer Entfernung von ca. 2 m zueinander an Baumstämmen installiert.

Untersuchungsgebiet und -schema

Die vorliegende Studie wurde von 2017 bis 2019 im Hoppensteiner Wald bei Kleinlinden (Landkreis Gießen, Mittelhessen) sowie an den von ihm ausgehenden, linienförmigen Gehölzstrukturen in westlicher und östlicher Richtung durchgeführt. Das dortige Reproduktionsvor-

kommen von Haselmäusen wurde seit 2012 regelmäßig nachgewiesen, ebenso wie die Nutzung der Gehölzstrukturen (BECKER & ENCARNÇÃO 2015, ENCARNÇÃO & BECKER 2015). Der Hoppensteiner Wald wird forstwirtschaftlich genutzt und umfasst Kiefernforst und Mischwald mit Altholzbeständen und teils hoher Dichte an Brombeeren. Es wurden zwei Flächen von 1 ha Größe untersucht. Jeweils zehn Nesttubes, zehn Haarfallen, vier Haselmauskästen und eine beköderte Wildkamera wurden rasterförmig im Abstand von 25 m ausgebracht und alle drei Wochen von April bis Oktober kontrolliert. Die Fraßspuren-suche wurde einmalig pro Fläche durchgeführt. Aus den vom Wald ausgehenden, linienförmigen Gehölzstrukturen wurden fünf Abschnitte von 600 m Länge ausgewählt. Diese variierten in ihrer Beschaffenheit (Einzelbäume, Baumreihen, Buschsäume) und Lücken-

anzahl und -breite. Fraßspurensuchen wurden einmal pro Korridor durchgeführt. Pro Korridor wurden je drei Nesttubes, Haarfallen, Spurentunnel und Futterstationen im Abstand von 50 m alternierend ausgebracht, alle drei Wochen von April bis Oktober kontrolliert und wie auch die Fraßspuren umgehend ausgewertet. Die statistische Datenauswertung erfolgte mit den anteiligen Nachweiszahlen an der Gesamtprobenzahl pro Kontrolle und wurde mit dem Programmpaket R 3.6.1 durchgeführt (Shapiro-Wilk-Test, Kruskal-Wallis ANOVA mit Dunn-Test).

Nachweiseffizienz der verschiedenen Erfassungsmethoden

In den Waldhabitaten erwies sich die Fraßspuren-suche mit einer Nachweisrate

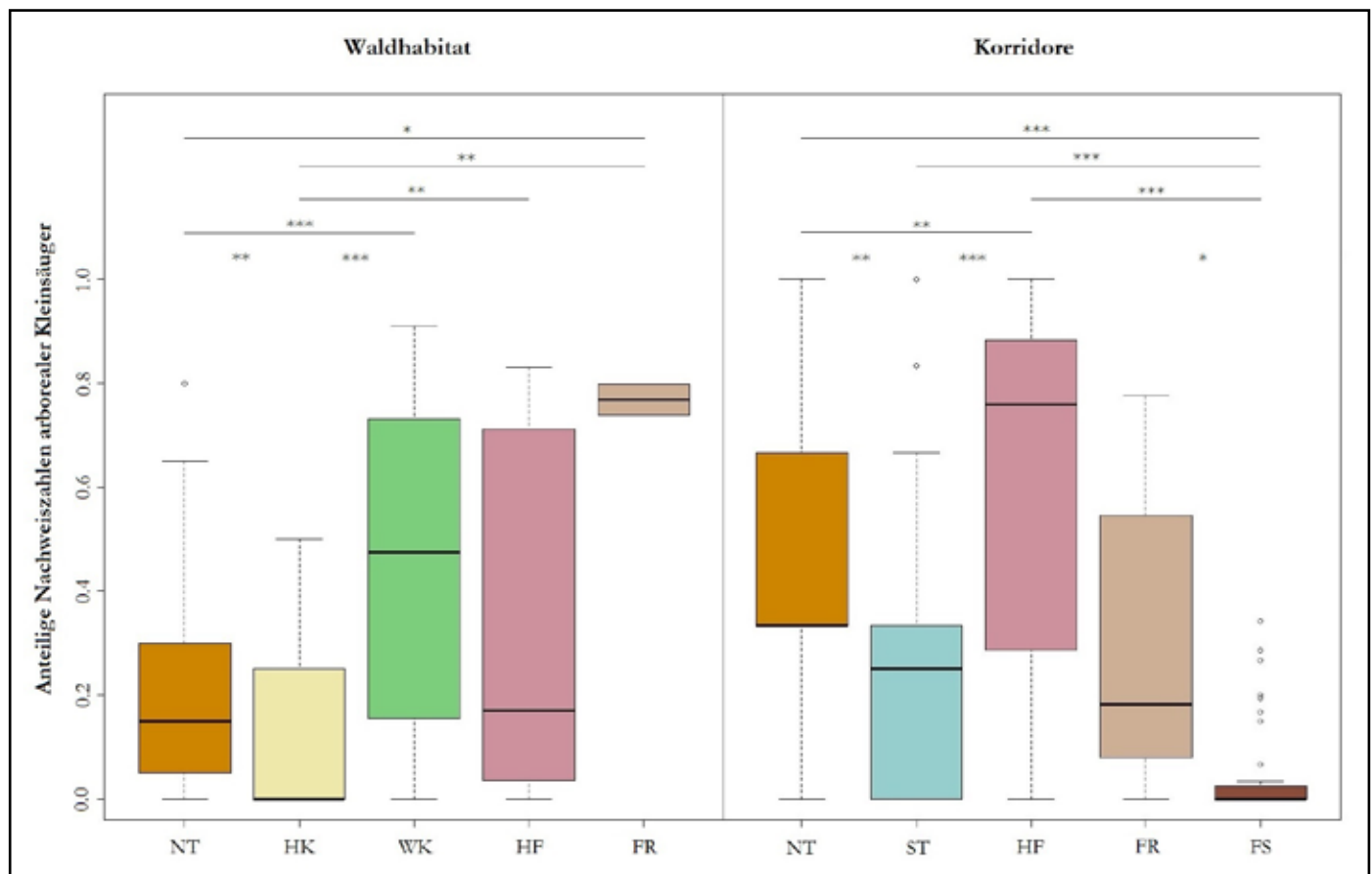


Abb. 3: Vergleich der einzelnen Erfassungsmethoden (FR = Fraßspuren-suche, FS = Futterstation, HF = Haarfalle, HK = Haselmauskästen, NT = Nesttube, ST = Spurentunnel, WK = Wildkamera) in Waldhabitat und Korridoren in Bezug auf den jeweiligen Anteil der Nachweise arborealer Kleinsäuger an der Gesamtprobenzahl (Strich: Median, Box: 25–75 %, Streuung: Min–Max). Es zeigten sich signifikante Unterschiede in der Nachweiseffizienz zwischen einzelnen Erfassungsmethoden (Kruskal-Wallis ANOVA mit Dunn-Test, $p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$).

von 77 % als Erfassungsmethode mit der signifikant höchsten Nachweiseffizienz auf arboreale Kleinsäuger (Abb. 3). Die Kamerafalle folgte mit 48 %, Haarfalle und Nesttube waren mit 17 % bzw. 15 % gleich effizient. Der Haselmauskasten lieferte kaum Nachweise. In Korridoren dagegen konnte die Haarfalle mit einer Nachweisrate auf arboreale Kleinsäuger von 76 % als signifikant effizienteste Methode identifiziert werden, während Nesttubes mit 33 % und Spurentunnel mit 25 % folgten (Abb. 3). Der Nachweiserfolg der Fraßspurensuche variierte stark je nach Korridor (durchschnittliche Nachweisrate 18 %). Die Futterstation erwies sich in diesem Zusammenhang als ungeeignet, da die Nüsse meist nicht wiedergefunden werden konnten.

Trotz unterschiedlicher Voraussetzungen in Waldhabitaten und Korridoren zeigten sich in beiden Umgebungen indirekte Erfassungsmethoden als effizienter als direkte Methoden (Abb. 3). Gründe sind die höhere und schnellere Nachweisrate pro Tier und die störungsfreie Kontrolle. So müssen Haarfallen oder Spurentunnel vom Tier nur passiert werden und die Nachweise verbleiben zuverlässig bis zur Kontrolle, was insbesondere bei Ausbreitungsbewegungen in Korridoren, aber auch bei Bewegungen auf Nahrungssuche im Habitat von Vorteil ist. Der Einsatz von Haarfallen gilt in der Literatur als nicht empfehlenswert (BRIGHT et al. 2006), wohingegen die hier dargestellte Haarfalle eine deutlich bessere Nachweiseffizienz im Vergleich zu den anderen Methoden aufwies (Abb. 3). Ein hochwertiges Klebeband bleibt problemlos bis zu drei Wochen klebrig und die Falle damit funktionsfähig. Haare, die in dieser Zeit gesammelt werden, verbleiben dauerhaft an der Falle. Für einen erfahrenen Bearbeiter ist die Artbestimmung der Haselmaus eindeutig. Die schnelle Trocknung der Farbe für die Trittsiegel dagegen bedingt ein tägliches Kontrollintervall für die Spurentunnel. Die Identifizierung von Trittsiegeln erfordert Erfahrung und erweist sich bei hoher Spurenanzahl als schwierig. Die Identifikation von Fraßspuren ist für das geübte Auge eindeutig (BRIGHT et al. 2006).

Bei direkten Methoden ist die unmittelbare Anwesenheit des Tieres oder ein längerer Aufenthalt z. B. zum Nestbau für einen belastbaren Nachweis nötig. Es erfolgt nur ein Nachweis pro Tier. So erfordert der Nachweis in einem Nesttub die Anwesenheit des Tieres oder den Bau eines Nestes zumindest bis zum Zeitpunkt der Kontrolle. Die Kamerafalle zeigte eine hohe Nachweisrate arborealer Kleinsäuger im Wald. Durch nicht eindeutige Fotos ist diese Methode für die Haselmaus nur bedingt empfehlenswert. Andererseits wird die Verwendung von Wildkameras als effiziente und verlässliche Nachweismethode für z. B. die Waldbirkenmaus (*Sicista betulina*) gewertet (STILLE et al. 2018). Trotz der Installation der Haselmauskästen 2010, war die Nachweiseffizienz nach sieben bis neun Jahren sehr gering. Zum Einsatz in gebüschartigen Strukturen von Korridoren sind sie aufgrund ihrer Größe ungeeignet.

Nachweishäufigkeiten der verschiedenen arborealen Kleinsäuger

Sowohl in den Waldhabitaten als auch den Korridoren erbrachten Mäuseartige (hauptsächlich Wald- und Gelbhalsmäuse) den Großteil der Nachweise mit einem Anteil von 20 bis 50 % in allen Erfassungsmethoden. Lediglich bei der Fraßspurensuche überwogen die Nachweise auf Eichhörnchen. Die Haselmaus wurde mit allen Methoden außer der Futterstation und dem Haselmauskasten nachgewiesen (Abb. 4, 5). In allen Fällen handelte es sich jedoch um sehr geringe Nachweisraten von 1 bis 3 %. In den Korridoren wurden mit den Haarfallen und Nesttubes mehr Haselmäuse nachgewiesen als in den Waldhabitaten. Eine Erklärung für die höheren Nachweisraten von Mäuseartigen gegenüber der Haselmaus ist die flächendeckende Verbreitung, hohe Abundanz und große Wanderfreudigkeit von Wald- und Gelbhalsmäusen (JENRICH et al. 2010). Die Haselmaus hingegen ist selten und ortstreu (BRIGHT & MORRIS 1996). Zudem sind insbesondere Gelbhalsmäuse deutlich konkurrenzstärker und werden von Haselmäusen gemieden (JUŠKAITIS & BÜCHNER 2010).

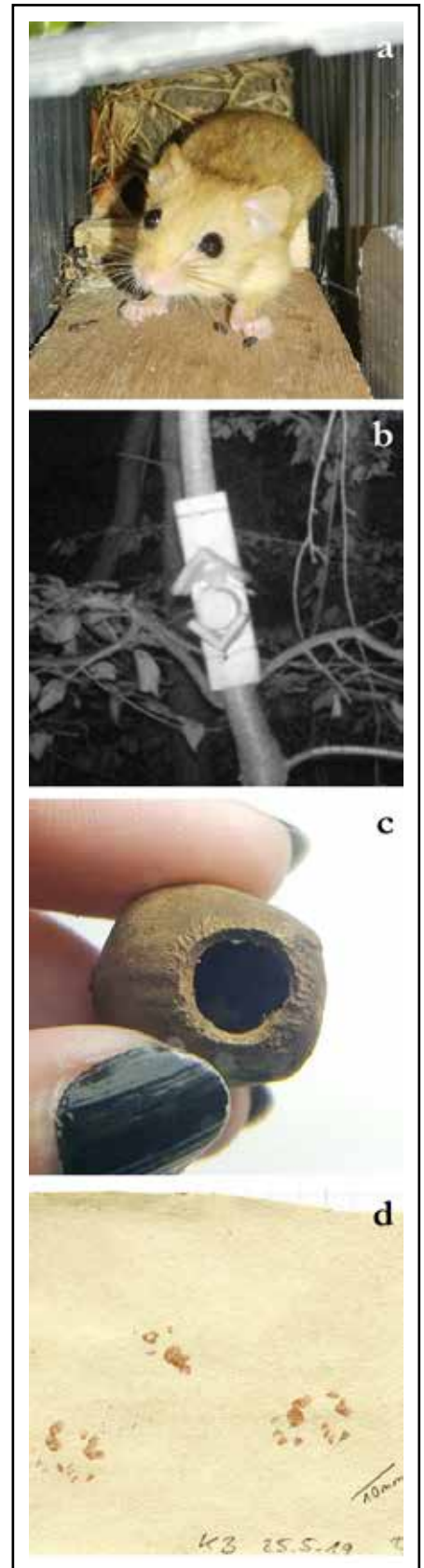


Abb. 4: Nachweise von Haselmäusen (*M. avellanarius*) mit verschiedenen Erfassungsmethoden: a) Grasnest in Nesttube, b) Wildkamera, c) Haselnuss mit typischem kreisrunden Loch und parallel zum Rand verlaufenden Nage Spuren, d) Trittsiegel auf Spurenbrett eines Spurentunnels (Fotos: inatu.re)

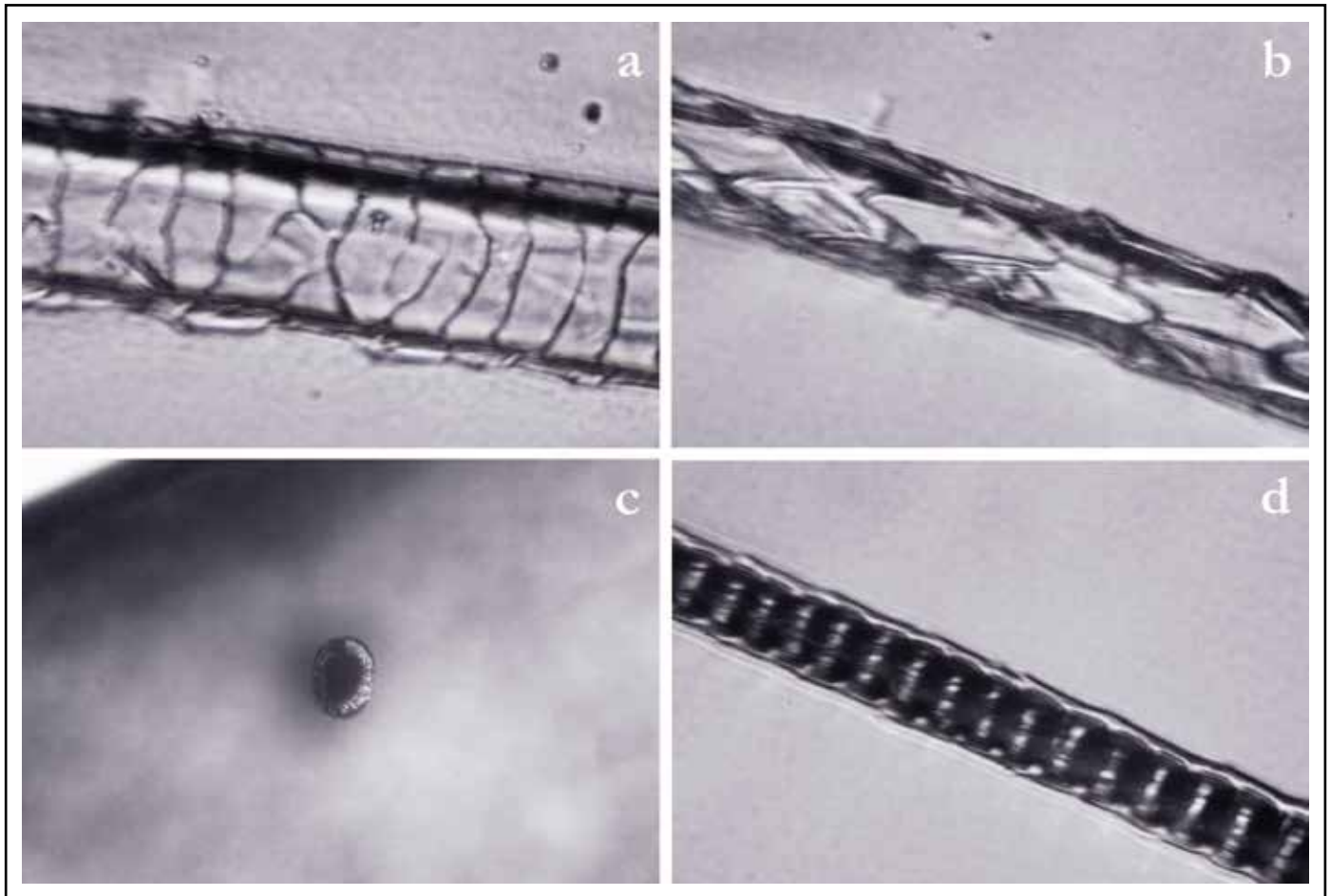


Abb. 5: Morphologische Merkmale des Deckhaares einer Haselmaus (*M. avellanarius*): a) gleichmäßig geschwungene Schuppen der Kutikula im zentralen Schild, b) enges Diamantmuster der Kutikula im Schaft, c) ovaler Querschnitt, d) leiterartiges, nicht unterbrochenes Muster der Medulla im Übergang zwischen Schild und Schaft. Kutikula und Medulla wurden unter dem Mikroskop bei 40-facher Vergrößerung aufgenommen, Querschnitt bei 10-facher Vergrößerung. (Fotos: inatu.re)

Einsatz einer Kombination aus direkten und indirekten Erfassungsmethoden

Auf Basis unserer Ergebnisse und ihrer Praktikabilität sind Haarfallen, Fraßspurensuchen und Nesttubes als geeignete Erfassungsmethoden für arboreale Kleinsäuger einzuschätzen. Am effizientesten erwiesen sich die Haarfalle in Korridoren und die Fraßspurensuche sowie die Nesttubes in Waldhabitaten. Die Durchführung einer Fraßspurensuche ist zeitintensiv und die Bestimmung der Fraßspuren erfordert Erfahrung, jedoch erfolgt sie nur einmalig und bietet trotzdem eine hohe Nachweisrate. Allerdings kann sie nur dort angewendet werden, wo Haselsträucher in ausreichender Anzahl vorhanden sind. Haarfallen dagegen sind sowohl in Waldhabitaten als auch in Korridoren einfach anzubringen und zu

kontrollieren. Zudem liefern sie im Gegensatz zu der einmaligen Fraßspurensuche fortlaufend aktuelle Nachweise. Die Haaranalyse erfordert Einarbeitung und Ausstattung, die Artbestimmung ist dafür verlässlich. Ihr entscheidender Vorteil gegenüber der in der Praxis bevorzugten Nesttubes ist die höhere Nachweisrate pro Kontrolle dank mehrfacher Haarproben potentiell mehrerer Individuen auf zwei Haarhafröhren. Nesttubes zeichnen sich durch eine für direkte Methoden vergleichsweise hohe Nachweiseffizienz aus. Sie werden von Haselmäusen sowohl zum dauerhaften Aufenthalt als auch als Tagesversteck genutzt und sind damit in Waldhabitaten und Korridoren gleichermaßen einsetzbar. Sie sind ohne großen Aufwand zu installieren und kontrollieren. Der Nachweis eines Nesttubes ist jedoch eine Momentaufnahme des Tieres, das sich

derzeit oder kurz zuvor dort aufgehalten hat, während die hinterlassenen Haarproben in einer Haarfalle das Passieren von Tieren während des gesamten Kontrollintervalls widerspiegeln. Somit erhöht sich die Erfassungswahrscheinlichkeit insbesondere in Korridoren, die ein Tier in der Regel nur einmalig passiert ohne dort länger zu verweilen. Durch den Einsatz von Haarfallen eröffnet sich auch die Möglichkeit genetischer Untersuchungen von z. B. Haselmauspopulationen anhand des gesammelten Haarmaterials. Diese Methodik konnte bereits für den Feldhamster (*Cricetus cricetus*) erfolgreich angewendet werden (REINERS et al. 2011). Zur Erfassung arborealer Kleinsäuger wie beispielsweise der planungsrelevanten Haselmaus empfiehlt sich somit grundsätzlich eine Methodenkombination aus direkten und indirekten Methoden.

Danksagung

Wir danken der AG Säugetierökologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen und den Studierenden für die tatkräftige Hilfe bei den Kontrollen.

Kontakt

Kirsten Kuhbier
 Prof. Dr. Jorge A. Encarnação
 Institut für Tierökologie und
 Spezielle Zoologie
 Justus-Liebig-Universität Gießen
 Heinrich-Buff-Ring 26–32
 35392 Gießen
 Kirsten.Kuhbier@gmail.com
 J.Encarnacao@bio.uni-giessen.de

Dr. Nina I. Becker
 inatu.re – Institut für angewandte
 Tierökologie und Umweltinformatik
 Dr. Nina Becker und
 Dr. Jorge Encarnação GbR
 Im Brühl 2
 35457 Lollar
 info@inatu.re

Literatur

- ANDERSON, A.; JENKINS, C.N. (2006): Applying Nature's Design: Corridors as a Strategy for Biodiversity Conservation. New York. 256 S.
- BECKER, N.I.; ENCARNÇÃO, J.A. (2015): Habitatmodelle in der Landschaftsplanung am Beispiel von *Muscardinus avellanarius* als schwer erfassbarer Kleinsäuger. Beitr. Jagd- Wildforsch. 40: 297–311.
- BRIGHT, P.W.; MITCHELL, P.; MORRIS, P.A. (1994): Dormouse distribution: survey techniques, insular ecology and selection of sites for conservation. J. Appl. Ecol. 31: 329–339.
- BRIGHT, P.W.; MORRIS, P.A. (1996): Why are dormice rare? A case study in conservation biology. Mamm. Rev. 26(4): 157–187.
- BRIGHT, P.W.; MORRIS, P.A.; MITCHELL-JONES, T. (2006): The dormouse conservation handbook. 2. Aufl. English Nature. 73 S.
- BÜCHNER, S.; LANG, J.; DIETZ, M.; SCHULZ, B.; EHLERS, S.; TEMPLEFIELD, S. (2017): Berücksichtigung der Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*) beim Bau von Windenergieanlagen. Nat. Landsch. 92(8): 365–374.
- CAPT, S.; BLANT, M.; MARCHESI, P. (2014): L'utilisation de tunnels à traces pour le monitoring des petits mammifères (carnivores, rongeurs). Bull. Murithienne 132: 113–119.
- DICERBO, A.R.; BIANCARDI, C. (2012): Monitoring small and arboreal mammals by camera traps: effectiveness and applications. Acta Theriol. 58: 279–283.
- ENCARNÇÃO, J. A.; BECKER, N. I. (2015): Stealthy at the roadside: Connecting role of roadside hedges and copse for silvicolous, small mammal populations. J. Nat. Conserv. 27: 37–43.
- GILBERT-NORTON, L.; WILSON, R.; STEVENS, J.R.; BEARD, K.H. (2010): A meta-analytic review of corridor effectiveness. Conserv. Biol. 24(3): 660–668.
- HANSKI, I. (1998): Metapopulation dynamics. Nature 396: 41–49.
- JENRICH, J.; LÖHR, P.-W.; MÜLLER, F. (VEREIN FÜR NATURKUNDE IN OSTHESSEN) (2010): Kleinsäuger – Körper- und Schädelmerkmale, Ökologie; Beitr. Naturk. Osthessen 47. Suppl. 1. Petersberg. 240 S.
- JUŠKAITIS, R.; BÜCHNER, S. (2010): Die Haselmaus *Muscardinus avellanarius*. Hohenwarsleben. 182 S.
- KUHBIER, K. (2017): Effizienzkontrolle verschiedener Erfassungsmethoden von arborealen Kleinsäufern. Bachelorarbeit, unveröff. Justus-Liebig-Universität Gießen.
- KUHBIER, K. (2019): Nutzung von vernetzten Landschaftsstrukturen durch arboreale Kleinsäuger. Masterarbeit, unveröff. Justus-Liebig-Universität Gießen.
- LAURANCE, S.G.; LAURANCE, W.F. (2003): Bandages for wounded landscapes: faunal corridors and their role in wildlife conservation in the America. In: BRADSHAW, G.A. & MARQUET, P.A. (2003): How Landscapes Change: Human Disturbance and Ecosystem Fragmentation in the Americas. New York. 313–325.
- MARCHESI, P.; BLANT, M.; CAPT, S. (2008): Säugtiere der Schweiz – Bestimmungsschlüssel. Fauna-Helvetica 22. Neuchâtel. 296 S.
- MILLS, C.; GODLEY, B.; HODGSON, D. (2016): Take only photographs, leave only footprints: novel applications of non-invasive survey methods for rapid detection of small, arboreal animals. PLoS ONE 11(1): e0146142.
- MORRIS, P. A.; TEMPLE, R. K. (1998): 'Nest tubes' – a potential new method for controlling numbers of the edible dormouse (*Glis glis*) in plantations. Q. J. For. 92(3): 201–205.
- REINERS, T.E.; ENCARNÇÃO, J.A.; WOLTERS, V. (2011): An optimized hair trap for non-invasive genetic studies of small cryptic mammals. Eur. J. Wildl. Res. 57(4): 991–995.
- ROEDENBECK, I.; ESSWEIN, H.; KÖHLER, W. (2005): Landschaftszerschneidung in Hessen – Entwicklung, Vergleich zu Baden-Württemberg und Trendanalyse als Grundlage für ein landesweites Monitoring. Natursch. Landschaftspl. 37(10): 293–300.
- RYAN, J. (2011a): Chapter 16: Non-invasive Hair Sampling. In: Mammalogy Techniques Manual. 2. Aufl. Lulu. S. 249–261.
- RYAN, J. (2011b): Chapter 9: Camera trapping. In: Mammalogy Techniques Manual. 2. Aufl. Lulu. 139–152.
- STILLE, D.; KRAFT, R.; LUDING, H. (2018): Die Waldbirkenmaus (*Sicista betulina*) im Bayerischen Wald – FFH-Monitoring einer schwer erfassbaren Kleinsäugerart mit Hilfe von Wildkameras. ANLiegen Nat. 40(2): 63–68.
- TEERINK, B.J. (2003): Hair of West European mammals: atlas and identification key. Cambridge University Press. 236 S.
- VERBOOM, B.; VAN APELDOORN, R. (1990): Effects of habitat fragmentation on the red squirrel, *Sciurus vulgaris* L. Landsc. Ecol. 4: 171–176.