



Zustandsaufnahme der Kleinmustelidenfauna im Gebiet Wauwilermoos

Erhebung 2018 und Methodenvergleich

Andrin C. Dürst, Heidi Vogler

Dienststelle Landwirtschaft und Wald (lawa), Kanton Luzern

April 2019

Zusammenfassung

Über das Vorkommen und die Verbreitung der Kleinmusteliden Mauswiesel (*Mustela nivalis*), Hermelin (*Mustela erminea*) und Europäischer Iltis (*Mustela putorius*) in der Schweiz ist wenig bekannt. Im Gebiet der Wauwiler-Ebene, im Luzerner Mittelland, kommen die Kleinmustelidenarten vor. Aktuell gesicherte Nachweise bestehen aber nur für Hermelin und Iltis. Das Wasser- und Zugvogelreservat von nationaler Bedeutung Wauwilermoos ist Teil der Wauwiler-Ebene. Es besteht ein reges Interesse, den Wildartenbestand zu kennen und den aktuellen Verbreitungsnachweis des Mauswiesels zu erbringen.

Die gängigen Nachweismethoden für Kleinmusteliden sind indirekt, zum Beispiel über Spuren oder Kotreste. Als «Falle» werden heute Spurentunnel aus Holz mit integriertem Stempelkissen mit einer Tinte auf Wasserbasis eingesetzt. In Neuseeland kommt ein anderes Bauprinzip zum Einsatz: faltbare Kunststofftunnel und eine Tinte auf Öl Basis.

Ein Vergleich der beiden Tunnelsysteme in derselben Versuchsanordnung stand bisher noch aus und wurde in der vorliegenden Studie gemacht.

Im gut 514 ha grossen Untersuchungsperimeter des Reservats wurden 32 Fallenstandorte eingerichtet. An jedem Standort wurde je ein Tunnel aus Holz und einer aus Kunststoff platziert. Über den Erhebungszeitraum von sechs Wochen wurden die Fallen wöchentlich kontrolliert. Ergänzend dazu wurden zehn Standorte mit Fotofallen überwacht und drei Fotokisten eingesetzt. Die Fotofallen und Fotokisten wurden zur Verifizierung der Spurentunnelergebnisse eingesetzt und um Bildmaterial zu gewinnen.

Das Hermelin konnte an 11 von 32 Standorten mit Holztunneln, Kunststofftunneln und Fotofallen nachgewiesen werden. Es scheint während des Erhebungszeitraumes ein zusammenhängendes Netz im Wauwilermoos zu besiedeln. Das Mauswiesel konnte nur mittels Holztunnel an 3 Standorten (5 Nachweise) nachgewiesen werden. Der Iltis wurde an einem Standort mittels Fotofalle nachgewiesen.

Die Annahme, dass sich Kleinmusteliden bevorzugt bei Lebensraumstrukturen aufhalten, konnte nicht bestätigt werden. An einem Feldrand, im offenen Kulturland, wurden am meisten Hermelin-Nachweise erbracht. Vermutet wird, dass dort ein reiches Beuteangebot vorhanden ist und die Mausgänge auch zur Deckung genutzt werden.

Die Anzahl der Nachweise von Kleinmusteliden aus Holztunneln unterscheidet sich signifikant von denjenigen aus den Kunststofftunneln. Die Beschaffenheit der Holztunnel scheint für Kleinmusteliden attraktiv zu sein. Hingegen ist die Beschaffenheit der Tinte (Öl-basiert) der Kunststofftunnel vorteilhaft beim Handling und für die Qualität der Spurennachweise. Ein kombiniertes System der beiden Tunnelsysteme, das «Luzerner Modell» nutzt die Vorteile beider Systeme und wird für zukünftige Erhebungen vorgeschlagen.

Inhalt

Zusammenfassung	2
1 Ausgangslage	4
1.1 Einleitung	4
1.2 Projektziele	4
2 Zielarten, Untersuchungsgebiet und Methodik	6
2.1 Zielarten: Mauswiesel, Hermelin	6
2.2 Untersuchungsgebiet Wauwilermoos	6
2.3 Spurentunnel aus Holz und aus Kunststoff	7
2.4 Kontrollgänge im Feld	9
2.5 Spurenbestimmung	9
2.6 Ergänzende Fotofallen für direkte Artnachweise	10
2.7 Fotokisten mit integrierter Fotofalle und Spurentunnel	11
3 Ergebnisse	13
3.1 Zielartennachweise im Untersuchungsgebiet	13
3.2 Nachweise unterschieden nach Lebensraumstrukturen	17
3.3 Vergleich der Nachweise in den Holz- und den Kunststoffspurentunnel	17
3.4 Artnachweise mit Fotofallen	19
3.5 Artnachweise mit Fotokisten	20
4 Diskussion	22
4.1 Zielartennachweise im Untersuchungsgebiet	22
4.2 Artnachweise unterschieden nach Lebensraumstrukturen	25
4.3 Vergleich der Holz- und Kunststoffspurentunnel	25
4.4 Artnachweise mit Fotofallen	28
4.5 Artnachweise mit Fotokisten	28
5 Fazit und Ausblick	29
6 Literatur und Quellenverzeichnis	30
Dank	32
Anhang	34
Anhang 1: Tunnelstandorte	34
Anhang 2: Zusätzliches Material zu den Resultaten	35

1 Ausgangslage

1.1 Einleitung

Die Kleinmusteliden sind eine Artgruppe, bestehend aus Mauswiesel (*Mustela nivalis*), Hermelin (*Mustela erminea*) und Europäischem Iltis (*Mustela putorius*). Wie der Name sagt, sind diese Arten die kleinen Vertreter der Marderartigen (Musteliden). Über die Verbreitung und Häufigkeit der Kleinmusteliden in der Schweiz und deren Lebensweise ist wenig bekannt (Marchesi, Mermod & Salzmann 2010). Durch ihre heimliche Lebensweise ist der direkte Nachweis dieser Tiere (Beobachtungen, Lebendfang, Telemetrie usw.) mit viel Aufwand verbunden und oft kaum realisierbar. Deshalb wird der Nachweis dieser Tiere in der Regel über indirekte Nachweise (Spuren im Schnee, Kot, Nester, Essensreste usw.) erbracht (King & Powell 2007). Eine dieser indirekten Methoden besteht im Sammeln von Spurennachweisen in speziell präparierten Spurentunneln. Diese nicht-invasive Methode stammt ursprünglich aus England (spezifisch für Wiesel¹) und wurde in der Schweiz für die Anwendung bei weiteren Kleinmusteliden verbessert (Marchesi, Mermod & Salzmann 2010). Die Methode nutzt die Eigenschaft, dass Kleinmusteliden auf der Nahrungssuche neugierig ihre Umgebung erkunden und dabei die Tunnelgänge von Mäusen systematisch absuchen. Mäuse sind die Hauptbeutetiere von Mauswiesel und Hermelin. Der Spurentunnel imitiert einen solchen Mäuse-Tunnelgang. Bei den untersuchten Kleinmusteliden löst ein Tunnelgang den Reiz aus, diesen zu begehen und nach Beute abzusuchen. Im Gegensatz zu anderen Fallen, muss kein Köder verwendet werden (King & Edgar 1977). In Neuseeland wird diese Methode für den Nachweis und das Auffinden der dort als invasive Arten geltenden Wiesel benutzt.

Während die Konstruktion der Tunnel in Europa regelmässig in Holzbauweise erfolgt, werden in Neuseeland faltbare Tunnel aus Kunststoff verwendet. Das in Europa gängige System nutzt zudem Stempelkissen mit auf Wasser basierender Tinte für das Anfärben der Pfoten sowie Fliessblätter zum Registrieren der Spuren. Das System aus Neuseeland hingegen verwendet eine Tinte auf Öl-Basis, um die Spurbilder sichtbar zu machen. Die auf Öl basierende Farbe erleichtert den Einsatz von Spurfallen in schwer zugänglichen Gebieten. Sie trocknet weniger aus und reduziert dadurch den Wartungs- und Unterhaltsaufwand für die Fallenbetreuung. Die vorliegende Arbeit vergleicht diese zwei Spurentunnelsysteme und dokumentiert Vor- und Nachteile der beiden Gerätschaften. Der Vergleich soll als Grundlage für die Optimierung der Methode für künftige Untersuchungen dienen.

Da sich die Verwendung von Spurentunneln für den Nachweis grösserer Marderartiger (Iltis, Steinmarder und Baummarder) nur bedingt eignet, wurden in der vorliegenden Arbeit zusätzlich Fotofallen und Fotokisten verwendet. Damit sollte die Präsenz grösserer Marder- und weiterer Wildarten dokumentiert werden. Das Konstruktionsprinzip der Fotokisten stammt ursprünglich aus den Niederlanden. Die Konstruktion wurde in der Schweiz weiterentwickelt und perfektioniert. In der vorliegenden Untersuchung wurden erstmals auch Kameras mit Nahlinsen ergänzt, um Fotokisten für den Praxiseinsatz mit möglichst geringen Abmessungen zu bauen.

1.2 Projektziele

Im Wauwilermoos liegen aktuelle Beobachtungen zum Hermelin vor. Vom Mauswiesel gibt es nur ältere Beobachtungen. Es bestehen Unsicherheiten, ob bei den Mauswieselbeobachtungen eindeutige Artnachweise vorgenommen wurden. Das Ziel des Projektes besteht also darin, vertiefte Kenntnisse über An- und Abwesenheit der Kleinmustelidenarten im Wasser- und Zugvogelreservat Wauwilermoos zu erlangen. Sofern möglich soll auch die räumliche und habitatspezifische Verbreitung identifiziert werden.

Neben den Verbreitungsnachweisen will diese Arbeit auch einen vertieften Methodenvergleich zwischen den verschiedenen Spurentunnelsystemen liefern. Konkret ermittelte Vor-

¹ Der Begriff «Wiesel» umfasst Hermelin und Mauswiesel.

und Nachteile der Systeme soll die Fallenoptimierung für zukünftige Untersuchungen ermöglichen.

Um die Spurenabdrücke zusätzlich mit Fotonachweisen zu sichern sowie um attraktives Bildmaterial zu erhalten, wurden zusätzlich noch Fotokisten und freistehende Fotofallen verwendet.

Das verwendete Untersuchungsdesign und das Monitoringkonzept sollen für weitere Projekte als Ideenpool und für die Optimierung der Methodik dienen.

Hypothesen:

- Alle drei Kleinmustelidenarten (Mauswiesel, Hermelin und Iltis) können nachgewiesen werden.
- Das Vorkommen der Kleinmusteliden ist abhängig von Strukturen (Hecken, Ast-/Steinhaufen, Gebäude, Ackerränder usw.) in der Landschaft.
- Die Attraktivität der Spurentunnel aus Holz ist gleich wie jene der Spurentunnel aus Kunststoff (neuseeländisches Modell).

2 Zielarten, Untersuchungsgebiet und Methodik

Um die Zielarten zu erheben erfolgt der Nachweis indirekt über die Aufnahme von Spuren nach der Methode von Marchesi et al. (2004). Dazu werden Spurentunnel aus Holz und aus Kunststoff verwendet und zwei verschiedene Tinten getestet. Ergänzend werden Fotofallen und Fotokisten eingesetzt.

2.1 Zielarten: Mauswiesel, Hermelin

Untersucht wurden die Kleinmusteliden (Kleine Marderartige) Mauswiesel (*Mustela nivalis*) und Hermelin (*Mustela erminea*). Der Fokus lag auf diesen Arten, da sie potentielle Prädatoren der bodenbrütenden Kiebitze darstellen (Hosey & Jaques 1998). Der Kiebitz ist eine prioritäre Zielart im Wasser- und Zugvogelreservat Wauwilermoos. Er wird aktiv gefördert durch die Schweizerische Vogelwarte. Der Iltis als ein opportunistischer Jäger, sucht nicht wie Mauswiesel und Hermelin gezielt Mausgänge auf. Die Methodik mit den Spurentunneln ist daher nicht optimal auf das Verhalten vom Iltis angepasst. Die Standortwahl war ebenso primär auf Mauswiesel und Hermelin ausgerichtet und nicht auf den Iltis.

2.2 Untersuchungsgebiet Wauwilermoos

Die Erhebung findet im Wauwilermoos im Perimeter des Wasser- und Zugvogelreservates statt. Das Schutzgebiet von nationaler Bedeutung umfasst 514 ha. Das Wauwilermoos ist eine sehr ebene, offene Landschaft. Im Zentrum des Schutzgebietes liegen nationale Flachmoore und ein nationales Amphibienlaichgebiet. Die meisten Flächen ausserhalb des Zentrums werden landwirtschaftlich intensiv genutzt. Entlang der Güterwege hat es häufig Baumhecken und über das ganze Gebiet verteilt wurden verschiedene Aufwertungsmassnahmen in Form von Teichen, Flutmulden und Kleinstrukturen realisiert.

Über den Perimeter des Untersuchungsgebietes wurde ein Wabenmuster (Hexagon mit 250 m Kantenlänge) gelegt. Damit wird eine gleichmässige Verteilung der 32 Untersuchungsstandorte mit grösstmöglichem Abstand voneinander gewährleistet (Abb. 1, Anhang 1: Tabelle Z1). Vom Mittelpunkt jeder Wabe wurden die Standorte nach den folgenden Kriterien erhoben:

Es wurden alle potentiellen Standorte im Umkreis von 50 m des Wabenmittelpunktes aufgenommen (die Kategorie Feld- und Ackerränder wurde in diesem Schritt ignoriert). Falls keine potentiellen Standorte vorhanden waren, wurde der Radius auf 100 m erweitert. Die definitiven Standorte wurden nach dem Verteiler der CSCF bestimmt (Tabelle 1, Capt 2010). Dieser Verteiler unterscheidet lineare Elemente (Hecken, Gewässerränder, Feldränder, Waldränder usw.) und punktuelle Elemente/Strukturen (Stein- oder Asthaufen, Einzelbäume, Einzelgebäude usw.). Prioritär wurden die Lebensraumstrukturen (linear oder punktuell) verwendet, die innerhalb des 50 m Radius lagen. Mit wenigen Ausnahmen konnten alle Standorte nach diesem Prinzip gefunden und im Feld überprüft werden (Anhang 1: Tabelle Z1). Die Ausnahmen befinden sich am Perimeterrand und gewährleiten den Mindestabstand von 200 m voneinander.

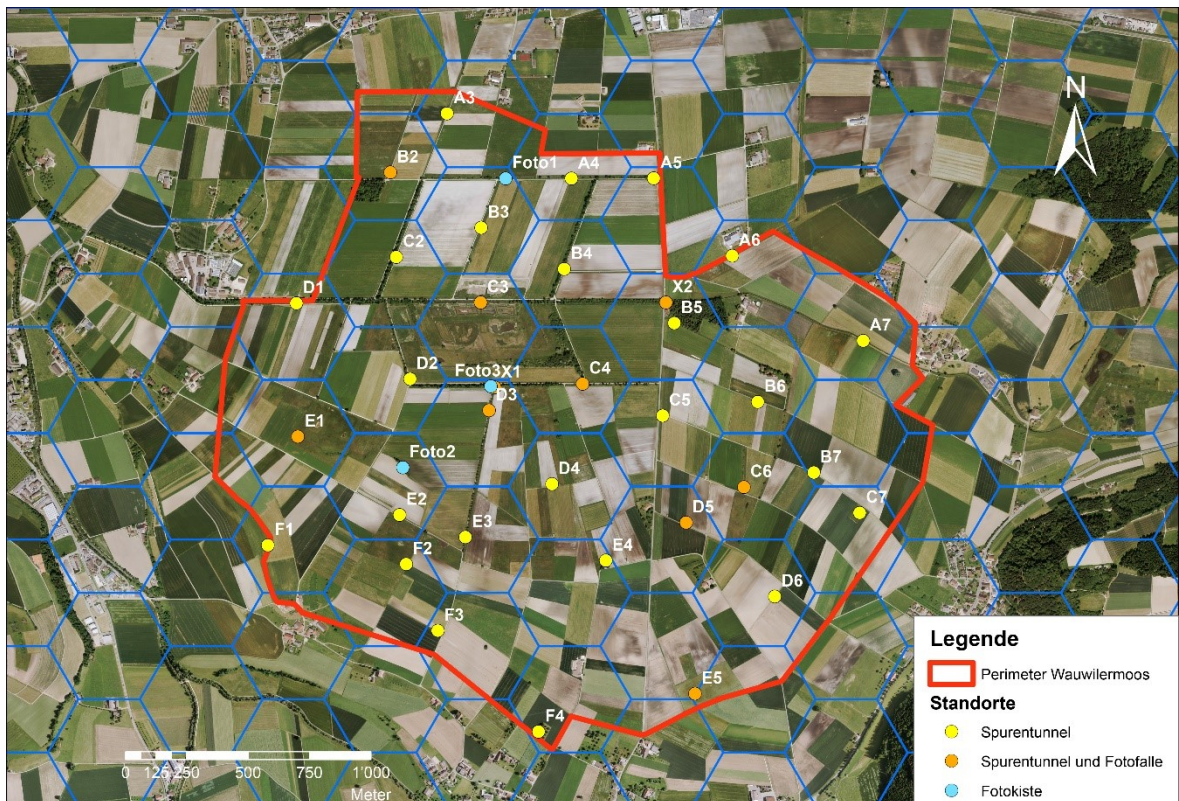


Abbildung 1: Übersicht des Untersuchungsperimeters (Wasser- und Zugvogerreservat Wauwilermoos, rot). Markiert sind alle Standorte mit einem Spurentunnel (gelb), die teilweise mit einer Fotofalle überwacht werden (orange) und die Standorte der Fotokisten (türkis). Das Wabenmuster für die Bestimmung der Standorte (blau) ist durch Hexagone mit einer Kantenlänge von 250 m gegeben.

Tabelle 1: Der Anteil der einzelnen Strukturen wurde nach dem Verteiler des CSCF Monitorings (Capt 2010) festgelegt.

Standort Spurentunnel an Lebensraumstrukturen	Soll-Anteil [% (abs. Anz.)]	Ist-Anteil [% (abs. Anz.)]
Hecke, Waldrand, Gewässerrand	50%	44% (14)
Einzelgebäude (Scheune, Schuppen, Remise, Alphütte, Bienenhaus)	20%	25% (8)
Einzelobjekte (Steinhaufen, Asthaufen, Einzelbaum)	20%	19% (6)
Feld-, Ackerränder	10%	12% (4)
Total		100% (32)

Zehn Standorte wurden aufgrund aktueller Beobachtungen oder vielversprechenden Lebensraumstrukturen mit Fotofallen überwacht. Zusätzlich zu den Tunnelstandorten wurden drei Fotokisten verwendet. Diese dienen der Beschaffung von Bildmaterial und zur Verifizierung der Spuren. Drei zusätzliche Standorte (X1, X2 mit zwei Fotofallen), an denen Kleinmusteliden vermutet wurden, überschneiden sich mit bereits bestehenden Waben. Sie wurden bei der Datenanalyse nicht beachtet. Sie dienen der Beschaffung von Informationen zu Kleintiervernetzungsachsen.

2.3 Spurentunnel aus Holz und aus Kunststoff

Es wurden zwei unterschiedliche Arten von Spurentunnel verwendet (Abb. 2). Die «klassischen» Holztunnel bestehend aus einschiebbarem Laufbrettchen mit Stempelkissen und

Spurenpapier. Diese wurden in der Schweiz schon häufiger verwendet (u.a. Capt & Marchesi 2012, Engler 2013, Abb. 2a und 2b). Die «Black Trakka Tracking Tunnel» sind aus faltbarem Kunststoff. Sie werden in Neuseeland zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt (Abb. 2c und 2d). Diese wurden in der Schweiz erst einmal angewendet (Darius Weber 2018, persönliche Kommunikation). Deren Eignung für Aufnahmen von Kleinmusteliden in der Schweiz ist nicht bekannt.

Holztunnel

Die Holztunnel wurden nach der Anleitung vom WIN Wieselnetz angefertigt (WIN Wieselnetz 2016, basierend auf King & Edgar 1977, Abb. 2a), mit einigen Anpassungen. Für die Tunneln wurden nur 15 cm breite und 1.8 cm dicke Bretter verwendet, sodass die Innenmasse neu 11.4 x 15 cm betragen. Es wurde unbehandeltes Fichtenholz verwendet. Dadurch wird verhindert, dass Klebstoff in die Umwelt gelangt. Zudem ist dieses Holz geruchsneutral hinsichtlich künstlicher Gerüche. Die Laufbrettchen bestehen aus Sperrholz, da diese auch bei geringer Dicke stabil und wetterfest sind (Abb. 2b). Anstelle von Heftklammern, wurden einfacher lösbare Dreispitz-Reissnägel verwendet. Jeder Tunnel hat eine eindeutige Identifikationsnummer, sodass dessen Geschichte rekonstruiert werden kann.

Die Tinte wurde nach dem Rezept des WIN Wieselnetz angefertigt (WIN Wieselnetz 2016, basierend auf King & Edgar 1977). Für eine optimale Mischung und Konsistenz wurde sie erhitzt und mit Wasser verdünnt. Aufgrund der Hitze und Trockenheit wurde der Tinte Triethylenglycol (30% des Gewichtes von PEG) hinzugefügt um sie hygroskopischer zu machen (King & Edgar 1977). Für die Spurenpapiere wurde ein weisses, dickeres und chlorarmes A4 Papier (120 g/m²) verwendet. Dieses wurde mit einer Tinktur behandelt, damit die Spuren besser fixiert wurden.

Kunststofftunnel «Black Trakka Tracking Tunnel»

Die neuseeländischen Tunnel nennen sich «Black Trakka™ Tracking Tunnel» (Gotcha Traps Ltd, Auckland, NZ, Abb. 2c). Sie bestehen aus schwarzem Kunststoff und sind faltbar. Vorgefertigte Karton-Karten werden in die Tunnel eingeschoben. Diese sind mit Tinte (auf Öl-Basis) versehen (Abb. 2d). Die Kunststofftunnel werden mit den dazugehörigen Metallbügeln im Untergrund verankert.

Um die beiden Tunnelarten zu vergleichen wurden an jedem Standort je ein Tunnel parallel oder in Serie gestellt. Beide Tunnel wurden so gut wie möglich in die Struktur der Umgebung eingearbeitet, um möglichst natürliche Tunnelsysteme zu imitieren.

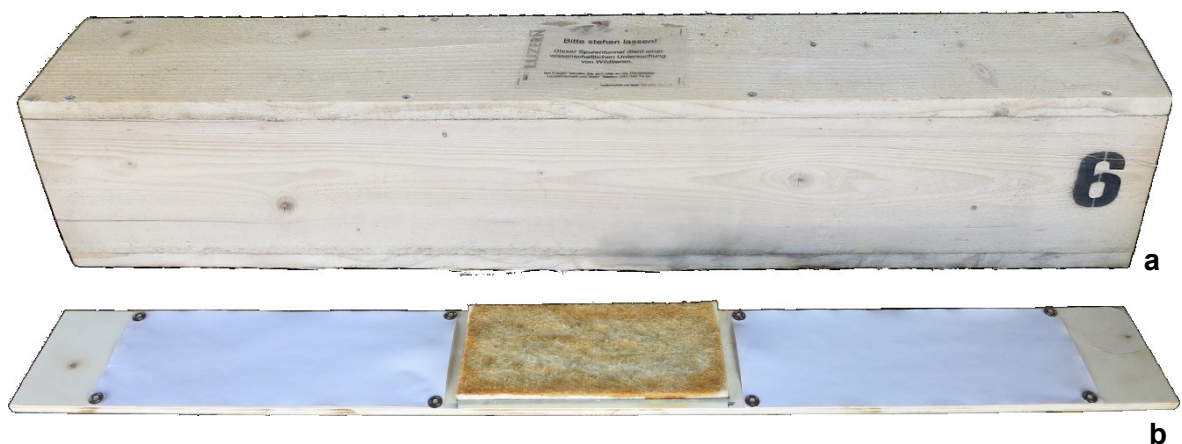




Abbildung 2: Für die Erhebung der Kleinmusteliden wurden Holztunnel (a) mit Spurenbrettchen (b) und Kunststofftunnel (c) mit Spurenkarten (d) verwendet.

2.4 Kontrollgänge im Feld

Die Erhebung dauerte vom 8. August bis 18. September 2018 (sechs Wochen). Somit wurde die von Capt & Marchesi (2012) vorgeschlagene Mindestlaufzeit von fünf Wochen eingehalten. Der Zeitraum von Mitte August bis Ende September eignet sich besonders gut für die Aufnahme der Kleinmusteliden. Die Populationsdichte erreicht dann ihren Höhepunkt. Zudem haben die diesjährigen jungen Hermeline dann eine Körpergrösse, bei der sich die Spuren von denjenigen des Mauswiesels unterscheiden lassen.

Die Tunnel wurden im Abstand von vier bis sieben Tagen kontrolliert. Das Untersuchungsgebiet wurde aufgrund seiner Grösse in zwei Teilgebiete aufgeteilt. Die Teilgebiete konnten je in einem Tag kontrolliert werden. Der Abstand zwischen den Kontrollen wurde infolge des überdurchschnittlich warmen Sommers verkürzt. Die Tinte war jeweils nach wenigen Tagen ausgetrocknet. Trotzdem konnte nicht gewährleistet werden, dass die Tintenkissen zwischen den Kontrollgängen nicht austrockneten. Bei jeder Kontrolle wurde der Zustand der Tintenkissen geprüft und mit Wasser und Tinte ergänzt. Bei den Black Trakka Tunnel war dies nicht nötig, da deren auf Öl basierte Tinte nicht austrocknete. Die Spurenpapiere und Spurenkarten wurden auf Spuren überprüft. Waren verwertbare Spuren enthalten, wurden sie ersetzt. Ebenso wenn sie nicht mehr gebrauchstüchtig waren (Regentropfen, Schnecken- und Mäusefrass, zu viele Mäusespuren, etc.). Nicht mehr einsatzfähige Tunnel (Entwendung, Positionswechsel) wurden ebenfalls ersetzt und bei der Auswertung ausgeschlossen.

2.5 Spurenbestimmung

Die Spuren wurden bei den Kontrollgängen im Feld grob vorbestimmt. Im Büro wurden alle Spurenpapiere und -karten genau überprüft. Zur Bestimmung der Spuren wurde der Bestimmungsschlüssel Säugetiere der Schweiz (Marchesi et al. 2008) und weitere Referenzspuren verwendet. Die Spuren wurden zuerst intern (Andrin Dürst und Heidi Vogler, IAWA) bestimmt und dann extern von einem Spezialisten (Simon Capt, CSCF). Wenige kritischen Fälle wurden von einer weiteren Spezialistin (Cristina Boschi, WIN) verifiziert. Es wurden alle verwertbaren Spuren von Kleinsäugetern ausgewertet und archiviert. Ausgenommen sind die Spuren von Mäusen. Diese wurden nur archiviert und nicht ausgewertet.

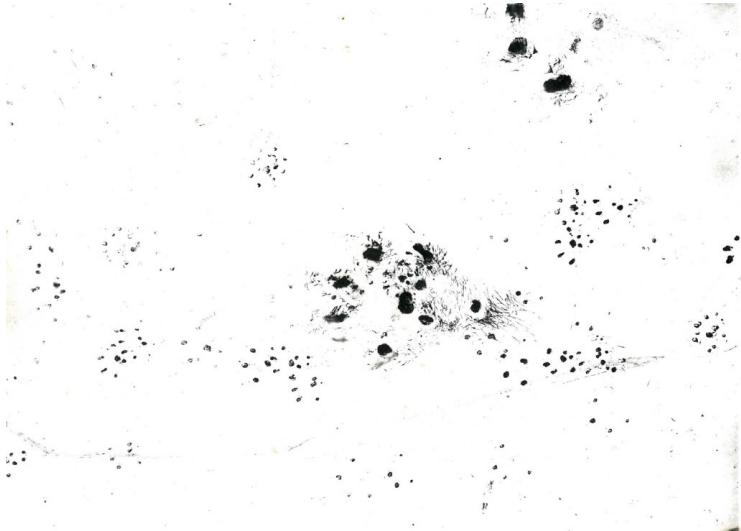


Abbildung 3: Spurenkarte aus «Black Trakka Tracking Tunnel» mit Mäusespuren und Hermelinspuren.

2.6 Ergänzende Fotofallen für direkte Artnachweise

Um direkte Nachweise der Zielarten zu erbringen, wurden Fotofallen zur Überwachung der Spurentunnel (Cuddback) und in den Fotokisten (Bushnell) verwendet (Tabelle 2). Diese ergänzen die Untersuchung mit zusätzlichen Informationen und Bildmaterial. Die zehn Cuddback Fotofallen wurden bei Tunneln mit bereits erfolgtem Nachweis von Kleinstmusteliden oder bei Standorten mit attraktiven Lebensraumstrukturen platziert (Anhang 1: Tabelle Z1). Diese Fallen wurden an Holzpfosten in Bodennähe montiert mit Blick auf die Tunnel. Insbesondere für Iltis-Nachweise sind Fotofallen eine sinnvolle Ergänzung. Neben den Artnachweisen konnte damit überprüft werden, ob die Tiere die Tunnel tatsächlich aufsuchten.

Tabelle 2: Spezifikationen und Einstellungen der verwendeten Fotofallen.

Hersteller	Bushnell in Fotokiste	Cuddback bei Tunnel
Modell	Nature View HD Cam 119740	C (modular)
Auslösegeschwindigkeit	0.2 Sekunden	0.25 Sekunden
Foto	14 Mio. Pixel	20 Mio. Pixel
Intervall	«Fast as possible»	«Fast as possible»
Blitzsystem	Infrarot Blitz teilweise abgeklebt	Weisslicht Blitz teilweise abgeklebt
LED-Steuerung	Low	
Bildwinkel	250mm Nahlinse: 43.3° 460 mm Nahlinse: 41.3°	
Bemerkungen	Verwendung von 460 mm und 250 mm Nahlinse	

2.7 Fotokisten mit integrierter Fotofalle und Spurentunnel

Kisten aus Holz mit integrierter Fotofalle und Spurentunnel wurden bereits zum Erheben von Daten eingesetzt (Reto Fischer 2018 und Adrian Dietrich 2018, persönliche Kommunikation). Die Kleinmusteliden verweilen meist kurz in der Kiste. Dies ermöglicht es Bildmaterial und gesicherte Spurennachweise zu erbringen. Die so erhaltenen Spuren dienen als Referenz-Spuren.

Die drei Fotokisten wurden aus unbehandeltem Fichtenholz (zwei grosse Kisten 70 x 30 x 22 cm und eine kleine Kiste 45 x 30 x 22 cm, L x B x H) gefertigt. Sie sind mit Kameras von Bushnell ausgestattet (Abb. 4). Sie wurden in abgeänderter Form nach dem Prinzip der «Mostela» Fotokiste (nach Jeroen Mos, Stichting Kleine Marters SKM, Niederlande) gebaut. Zwei Kisten mit 70 cm Länge enthielten Kameras mit 460 mm Nahlinsen. Eine Kamera wurde mit einer 250 mm Nahlinse ausgestattet. Diese Kiste wurde in der Länge von 70 auf 45 cm reduziert. Damit wurde der Mindestabstand von Kamera zum Objekt gewährleistet. Die verkleinerte Kiste hat die Vorteile, dass sie handlicher ist, weniger Stauraum benötigt und einfacher im Gelände zu integrieren ist. Deren Einsatz im Feld wurde hier das erste Mal getestet.



Abbildung 4: Eine der längere Fotokisten mit integrierter Kamera (a,b). Innenansicht mit Spurenbletchen und Masstab (c).

3 Ergebnisse

3.1 Zielartennachweise im Untersuchungsgebiet

Während der Untersuchungsperiode wurden in den 32 Holztunnel insgesamt 23 Nachweise erbracht von 5 identifizierten Arten (Tabelle 3). In den 32 Kunststoffunnel waren es 8 Nachweise von 2 identifizierten Arten (Tabelle 4). Mit den Spurenfallen wurden jeweils 1088 Tunnel-Nächte pro Tunnelart erhoben. Die Mäuse-Spuren wurden bei der Analyse nicht berücksichtigt.

Holztunnel

Mit 11 Nachweisen und einem Anteil von beinahe der Hälfte (47.8 %), war das Hermelin die häufigste nachgewiesene Art (Tabelle 3, Abb. 5, Anhang 2: Abb. Z2). Die 11 Nachweise konnten an 7 unterschiedlichen Standorten erbracht werden. Auffällig ist der Standort B7, an welchem 4 Besuche registriert wurden. Am zweithäufigsten waren das Mauswiesel und der Westigel (*Erinaceus europaeus*) mit jeweils 5 Nachweisen und einem Anteil von 21.7 %. Gefolgt von der Hauskatze (*Felis silvestris catus*) und dem Eurasischen Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) mit jeweils einem Nachweis.

Die Detektabilität beschreibt wie viele Tunnel-Nächte (entspricht einer Einsatzdauer von 24 Stunden) im Durchschnitt benötigt werden, um einen Nachweis zu erbringen. Beim Hermelin braucht es rund 116 Tunnel-Nächte (1280 Tunnel-Nächte/11 Nachweise). Beim Mauswiesel und dem Westigel braucht es durchschnittlich 256 Tunnel-Nächte.

Das Hermelin hat mit rund 22% (7 von 32) der Tunnel-Standorte die grösste Fläche innerhalb des Untersuchungsgebietes abgedeckt (Abb. 6). An zweiter Stelle lag das Mauswiesel mit ungefähr 9%. Dessen Nachweise erfolgten nur vereinzelt und am Rande des Perimeters (Abb. 7).

Tabelle 3: Resultate der absoluten und relativen Anzahl der nachgewiesenen Arten. Detektabilität: Totale Anzahl Fallennächte (n=1280) geteilt durch die Anzahl der Nachweise. C/100 TN: Counts per 100 trap nights – Anzahl Nachweise pro 100 Tunnelnächte. Tunnel: Anzahl individuell begangener Tunnel. % Tunnel: Relativer Anteil begangener Tunnel von allen (n=32).

Arten	Nachweise	% Nachweise	Detektabilität	C/100 TN	Tunnel	% Tunnel
<i>Mustela erminea</i>	11	47.8	116.4	0.86	7	21.9
<i>Mustela nivalis</i>	5	21.7	256	0.39	3	9.4
<i>Erinaceus europaeus</i>	5	21.7	256	0.39	1	3.1
<i>Felis catus</i>	1	4.3	1280	0.08	1	3.1
<i>Sciurus vulgaris</i>	1	4.3	1280	0.08	1	3.1

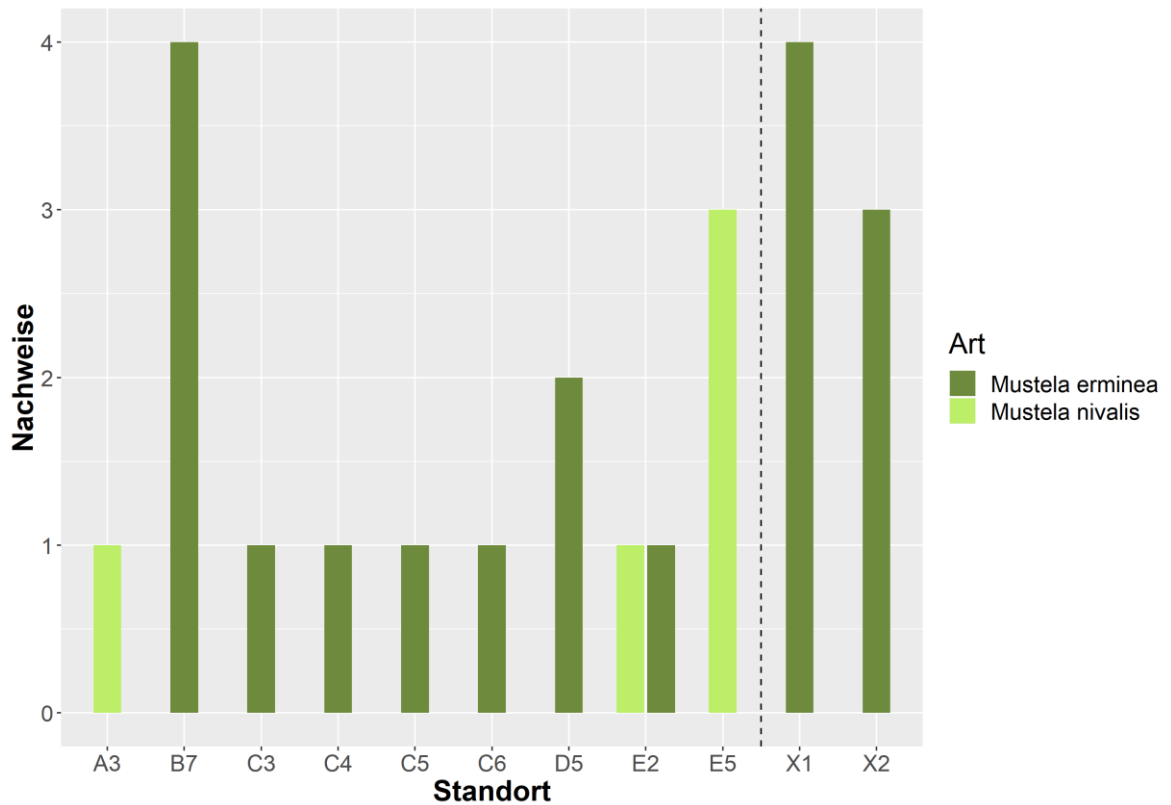


Abbildung 5: Anzahl verifizierter Nachweise von Hermelin (*Mustela erminea*) und Mauswiesel (*Mustela nivalis*) aus den Holztunnel pro Standort. Standorte rechts der gestrichelten Linie waren zusätzlich und wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen. Standorte ohne Nachweise werden nicht gezeigt.

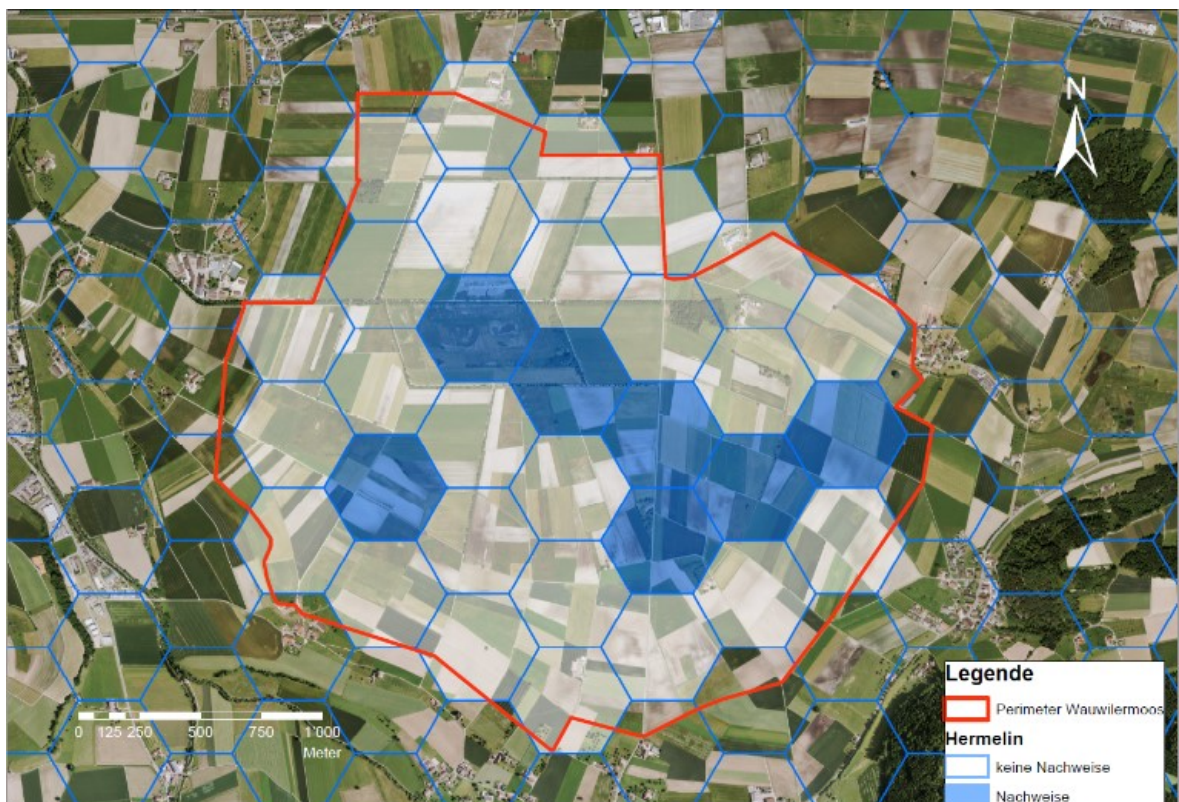


Abbildung 6: Hermelinnachweise mittels Holztunnel. Blaue Waben kennzeichnen Standorte mit einem positiven Nachweis mittels Spurentunnel. Weiße Waben verzeichnen Standorte ohne verzeichnete Nachweise.

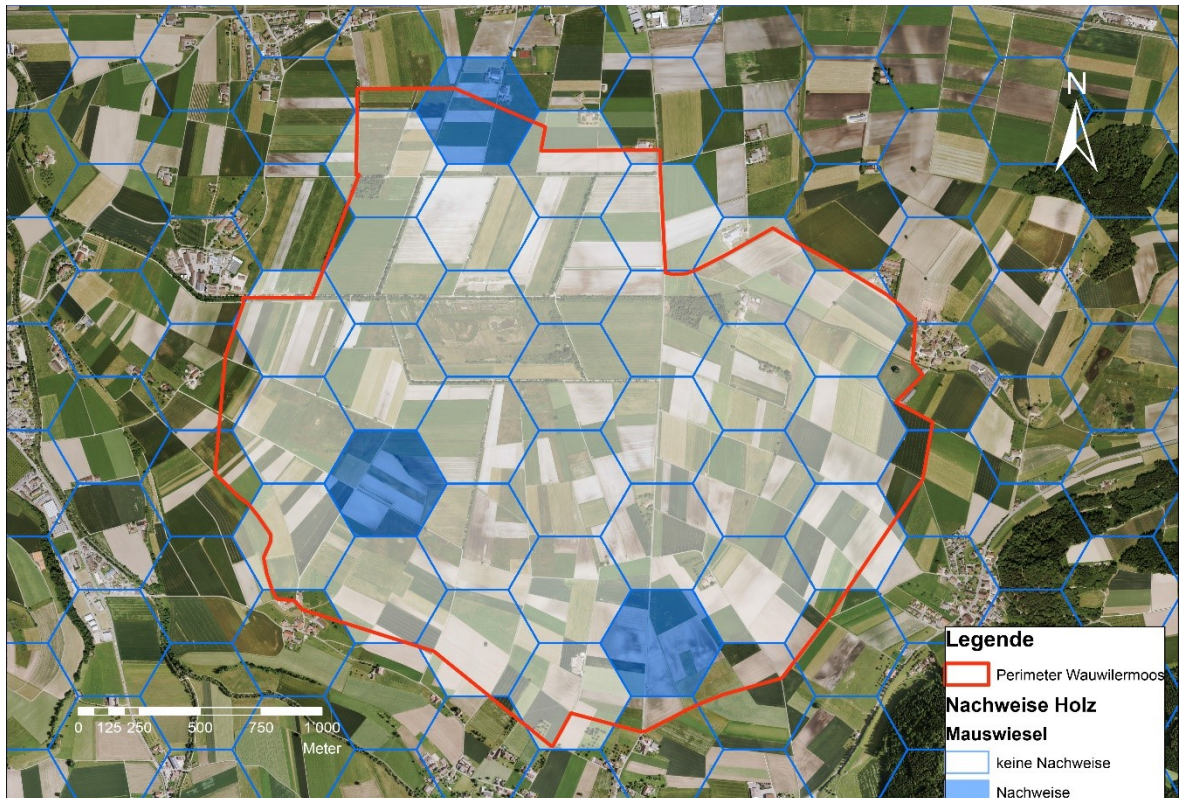


Abbildung 7: Mauswieselnachweise mittels Holztunnel. Blaue Waben kennzeichnen Standorte mit einem positiven Nachweis mittels Spurentunnel. Weisse Waben verzeichnen Standorte ohne verzeichnete Nachweise.

Kunststofftunnel

Mit jeweils 4 Nachweisen waren das Hermelin und der Westigel gleich häufig (Tabelle 4, Abb. 8). Dabei lag die Detektabilität der beiden Arten bei 272 Tunnelnächten. Das Hermelin wurde an 3 Standorten (ca. 10 % der Fläche) registriert die sich alle im östlichen Teil des Perimeters befinden (Abb. 9). Der Westigel wurde immer am selben Standort aufgenommen. Andere Kleinsäuger (ausgenommen Mäuse) wurden mit den Kunststofftunneln nicht nachgewiesen.

Tabelle 4: Resultate der absoluten und relativen Anzahl der nachgewiesenen Arten mittels Kunststofftunnel. Detektabilität: Totale Anzahl Fallennächte ($n=1280$) geteilt durch die Anzahl der Nachweise. C/100 TN: Counts per 100 trap nights – Anzahl Nachweise pro 100 Tunnelnächte. Tunnel: Anzahl individuell begangener Tunnel. % Tunnel: Relativer Anteil begangener Tunnel von allen ($n=32$).

Arten	Nachweise	% Nachweise	Detektabilität	C/100 TN	Tunnel	% Tunnel
<i>Mustela erminea</i>	4	50	320	0.31	3	9.4
<i>Erinaceus europaeus</i>	4	50	320	0.31	1	3.1

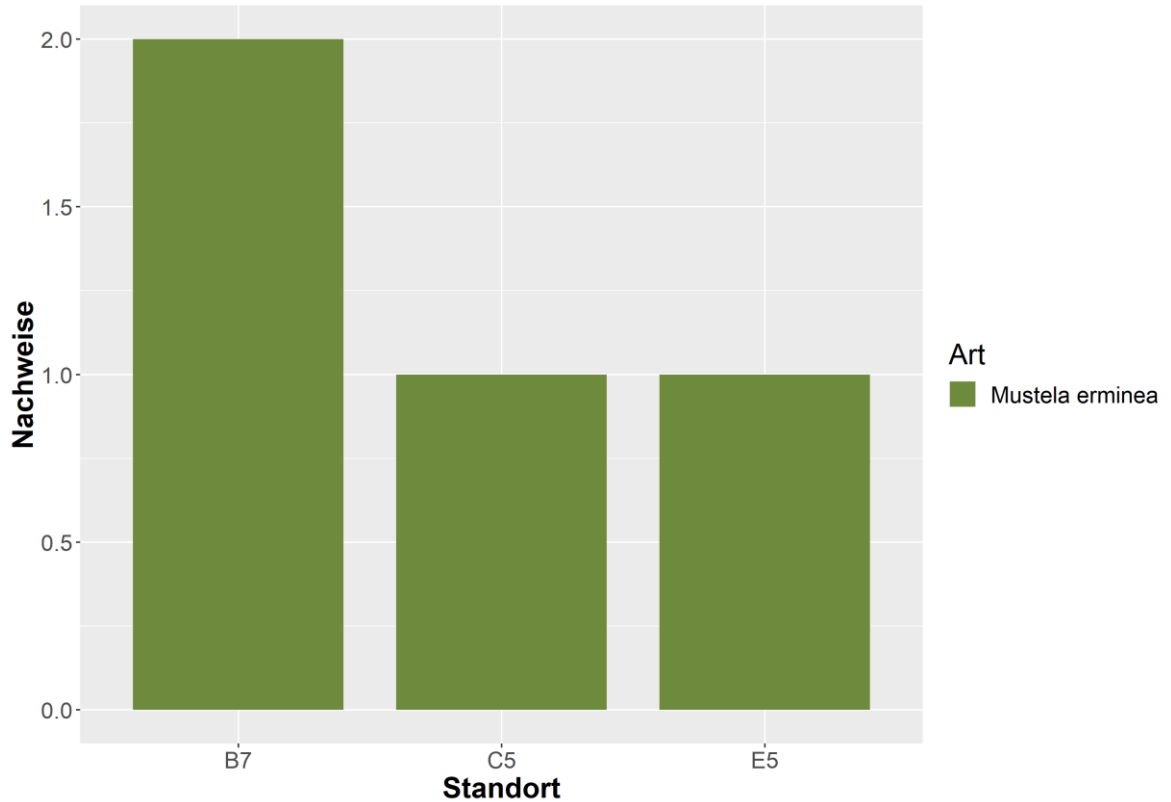


Abbildung 8: Anzahl verifizierter Nachweise von Spuren der Kleinmusteliden (nur Hermelin) aus den Kunststoffunnel pro Standort. Standorte ohne Nachweise werden nicht gezeigt.

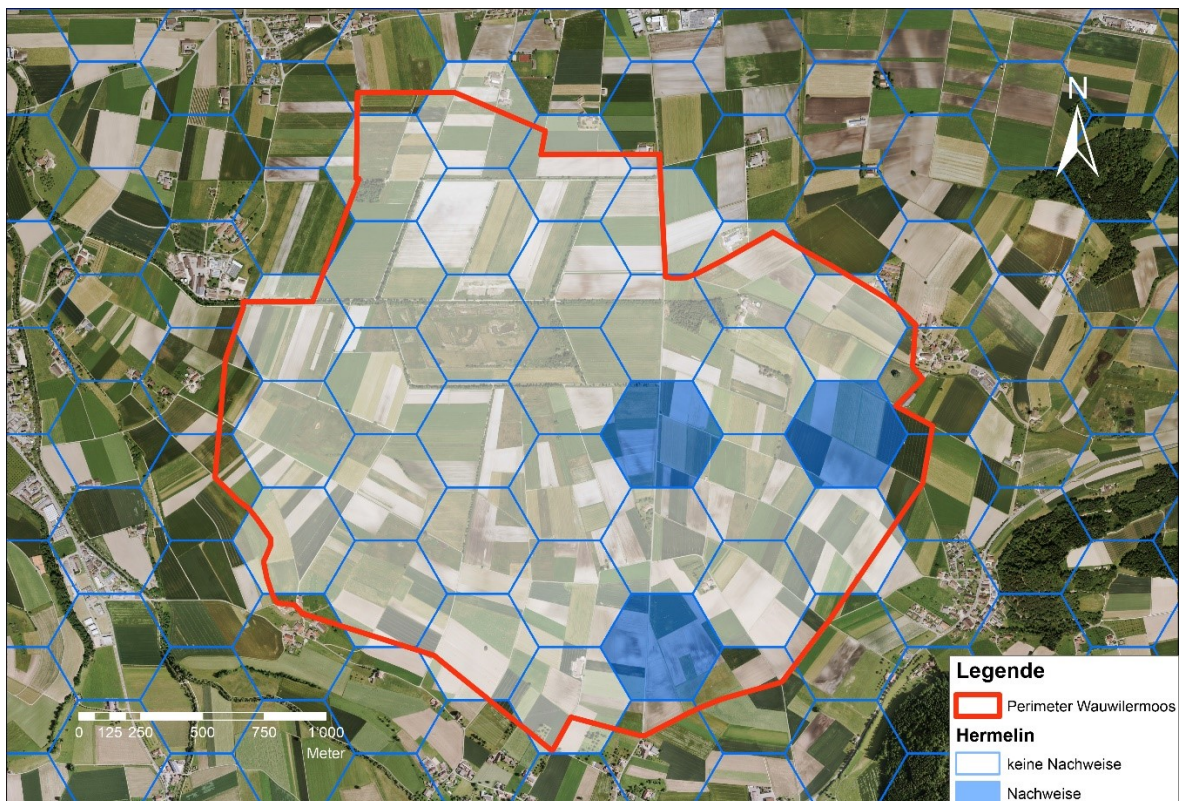


Abbildung 9: Verbreitungsgebiet des mit Kunststoffunnel nachgewiesenen Hermelins (*Mustela erminea*). Blaue Waben kennzeichnen Standorte mit einem positiven Nachweis mittels Spurentunnel. Weiße Waben verzeichnen Standorte ohne verzeichnete Nachweise.

Nicht eindeutig bestimmbare Säugerspuren (z.B. Marder) und die von Mäusen wurden bei der Analyse nicht miteinbezogen. Ebenso ein Trittsiegel eines Rotfuchses (*Vulpes vulpes*), welches sich auf einer Spurenkarte ausserhalb des Tunnels befand. Auf den Black Trakka

Spurenkarten aus den Kunststoffunnel wurden Spuren von Nichtsäugern erfasst, welche von Vögeln, Reptilien (Eidechsen), Amphibien und Arthropoden stammen. Einige dieser detaillierten Abdrücke aus den Kunststoffunnel würden eine Identifizierung durch einen Experten vermutlich zulassen. Insgesamt sind die Abdrücke der Black Trakka Spurenkarten viel detailreicher als die Spurenpapiere aus den Holztunneln.

3.2 Nachweise unterschieden nach Lebensraumstrukturen

Das Hermelin wurde bei allen Lebensraumstrukturen registriert. Am häufigsten nachgewiesen wurde es bei Einzelgebäuden (Abb. 10, beide Systeme zusammengefasst). Feld- und Ackerränder waren auch beliebt. Wobei insbesondere ein Feldrand (B7) sehr häufig vom Hermelin begangen wurde. Das Mauswiesel hingegen wurde nur an linearen Lebensraumstrukturen (vier Mal am selben Standort) und ein einziges Mal bei einem Steinhaufen registriert.

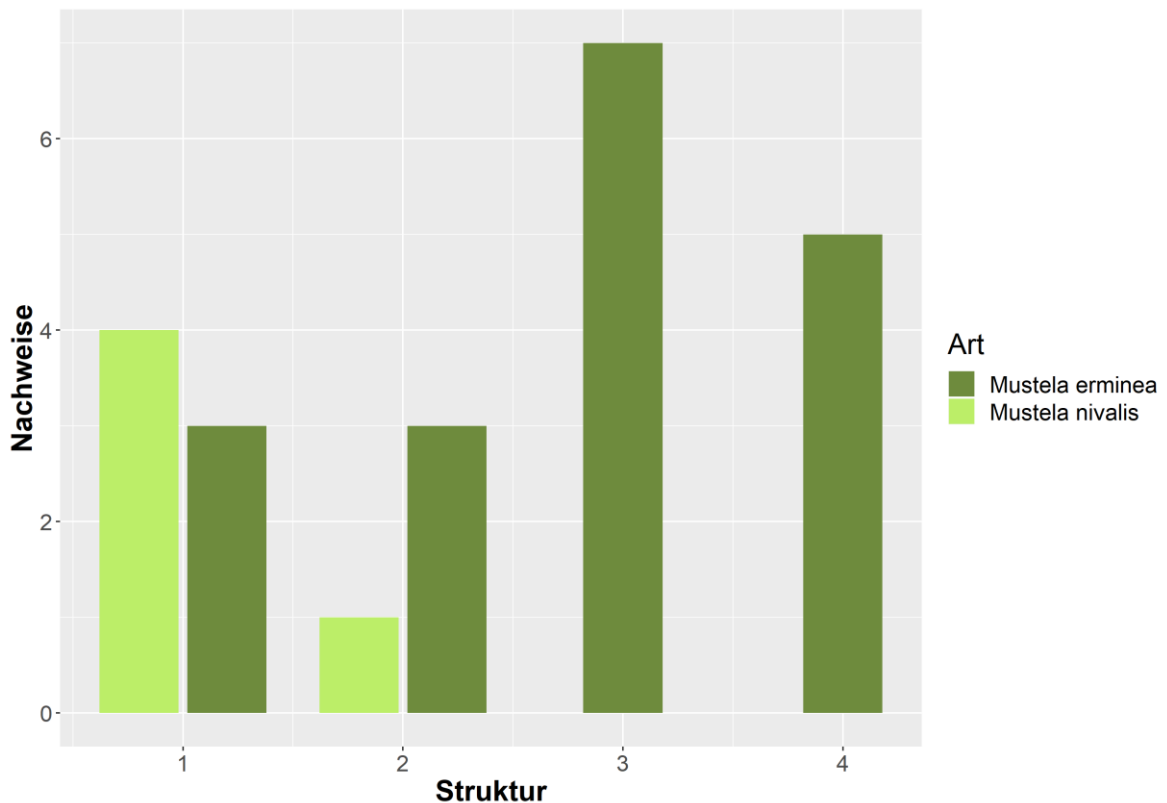


Abbildung 10: Die Anzahl der Nachweise von Hermelin (*Mustela erminea*) und Mauswiesel (*Mustela nivalis*) bei den jeweiligen Strukturen. Die Nachweise beider Tunnelsysteme sind berücksichtigt. 1: Hecke, Waldrand, Gewässerrand; 2: Einzelgebäude; 3: Einzelobjekte (Steinhaufen, Asthaufen, Einzelbaum); 4: Feld-, Ackerränder

3.3 Vergleich der Nachweise in den Holz- und den Kunststoffspurentunnel

Die beiden Spurentunnelsysteme unterscheiden sich grundlegend (Kap. 4.3, Tabelle 5). Der auffälligste Unterschied ist die Grösse, wobei der Holztunnel die Innenmasse 11.4 x 15 x 100 cm und der Kunststoffunnel 10 x 10 x 50 cm aufweist. Grösse und Material bestimmen auch das Gewicht. Das hat einen Einfluss darauf, wie stabil der Tunnel im Gelände installiert werden kann. Aufgrund seines Eigengewichtes ist es einfacher den Holztunnel stabil zu platzieren.

Ein weiterer Unterschied ist die Zusammensetzung der Tinte. Im Holztunnel wird eine auf Wasser basierte Tinte verwendet. Sie muss häufig nachgefüllt werden, um ein Austrocknen zu verhindern. Die Tinte des Black Trakka Tunnelsystem basiert auf Öl. Sie ist über längere Zeit einsatzbereit ohne auszutrocknen. Auch bei starkem Regen, bleibt die Tinte

funktionsfähig. Beim Holztunnel verwässert die Tinte. Insgesamt sind die Spuren der Black Trakka Spurenkarten detailreicher.

Die Verwitterung kann einen massgeblichen Einfluss auf die Lesbarkeit der Spuren haben. Im Kunststofftunnel stellt Spritzwasser kein Problem dar. Im Holztunnelsystem verfärben sich die in Tannin getränkten Spurenpapiere bei Nässe oder UV-Strahlung. Die Spuren-papiere der Holztunnel sind auch anfälliger auf Schnecken und Mäusefrass.

Bei einer gesamtheitlichen Betrachtung zeigt sich das Kunststofftunnelsystem weniger aufwändig und weniger zeitintensiv trotz der etwas komplizierteren Archivierung.

Die Quantität der erhobenen Daten ist von der Attraktivität der Spurentunnel abhängig. Die Anzahl der Nachweise in den jeweiligen Tunnelsystemen unterscheidet sich deutlich (Abb. 11 und 12). Es wurden signifikant mehr Abdrücke der Zielarten in den Holztunnel (Median = 0) als in den Kunststofftunneln (Median = 0) nachgewiesen (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test: $V = 135$, $p = 0.0016$, Effektstärke $r = -0.54$).

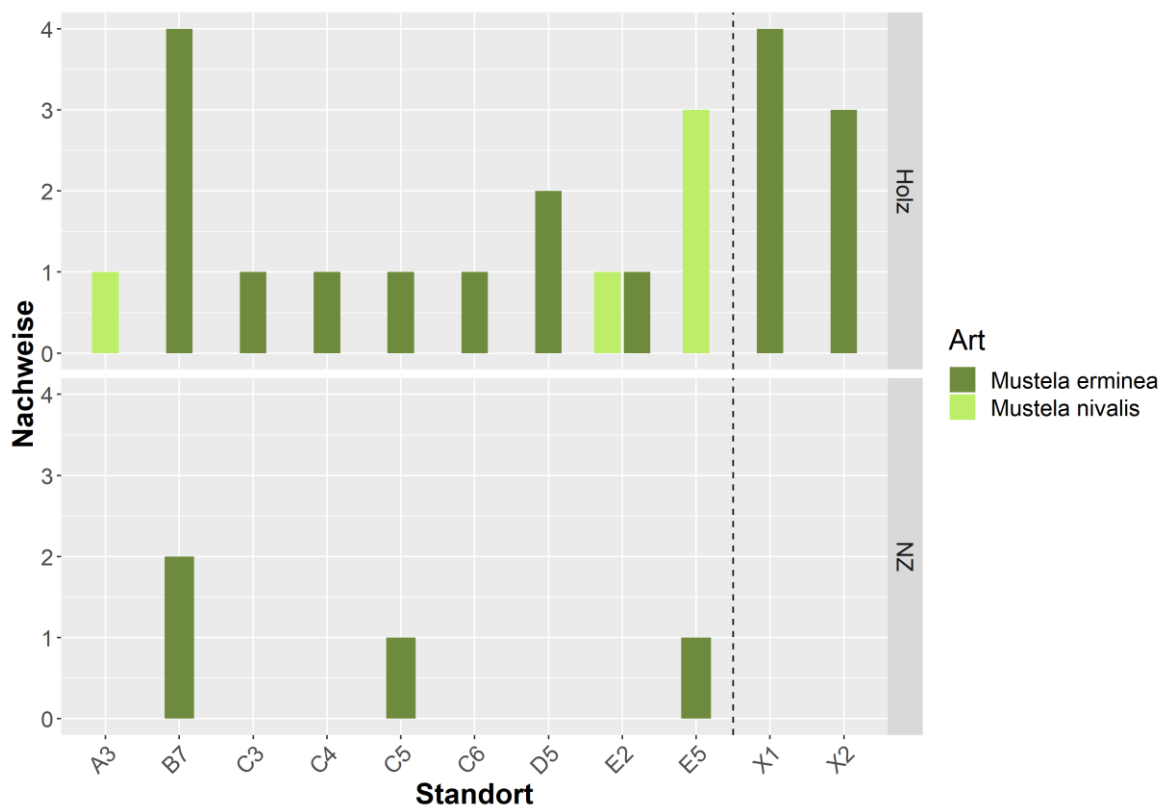


Abbildung 11: Die Anzahl Nachweise von Hermelin (*Mustela erminea*) und Mauswiesel (*Mustela nivalis*) pro Standort unterscheiden sich bei den beiden Tunnelsystemen signifikant. Es wurden deutlich mehr Nachweise in den Holztunneln erbracht als in den Kunststoffunneln. Rechts der gestrichelten Linie werden zwei zusätzlichen Standorte gezeigt, die nicht in die Analyse mit einbezogen wurden.

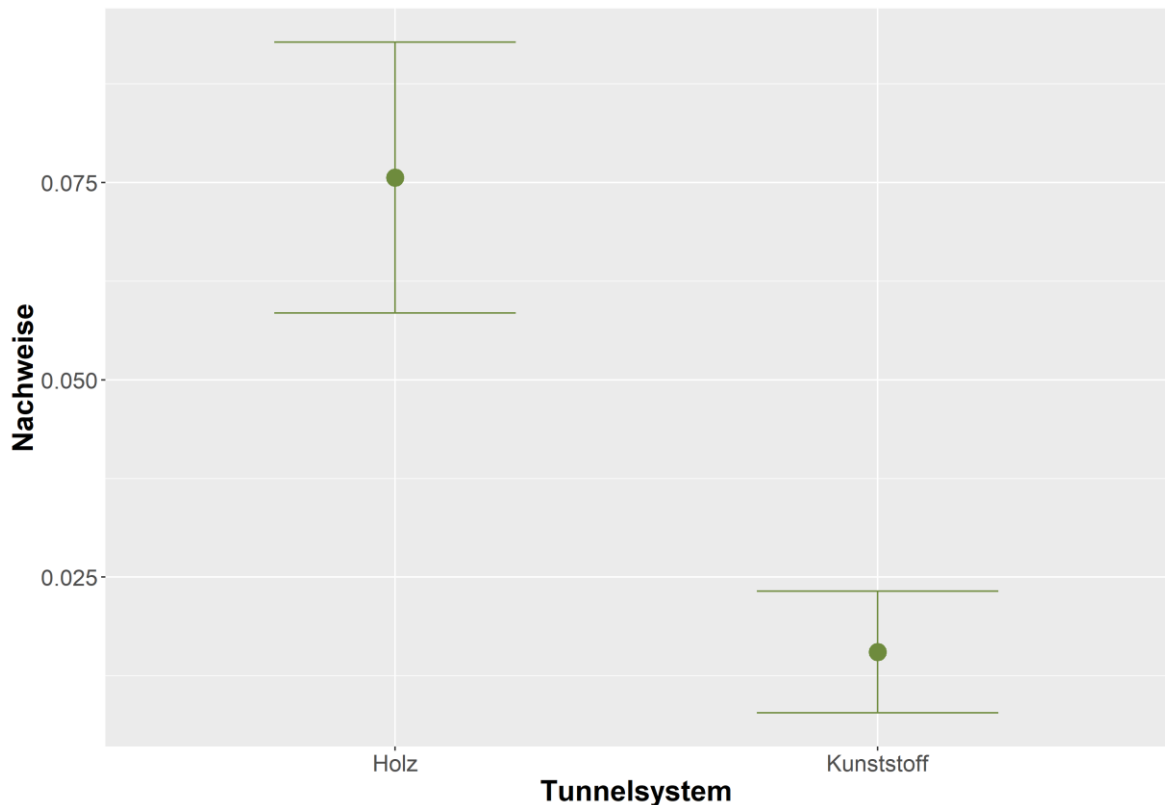


Abbildung 12: Im Durchschnitt wurden in den Holztunnel ("Holz") signifikant mehr Spuren von Kleinmusteliden erfasst als in den Kunststofftunnel ("Kunststoff"). Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung.

3.4 Artnachweise mit Fotofallen

Nebst den bereits erwähnten Arten konnten weitere Arten nur mit Hilfe der Fotofallen eindeutig nachgewiesen werden: Iltis (*Mustela putorius*), Rotfuchs (*Vulpes vulpes*), Steinmarder (*Martes foina*), Baummarder (*Martes martes*) sowie mehrere Vogel- und Mäusearten.

Die Fotofallen zeigen, dass viele Tiere Interesse an den Spurentunnel zeigen. Teilweise diese aber nicht begehen. Am Standort D3 ist ein Hermelin zu sehen, das sich unmittelbar neben und auf dem Holztunnel befindet ohne eine Spur zu hinterlassen (Abb. 13). Ebenso konnte eine Videoaufnahme gemacht werden, bei welcher das Hermelin den Tunneleingang von einem Kunststofftunnel inspiziert, jedoch nicht hineingeht. Auffällig ist auch die hohe Anzahl von Katzen im Untersuchungsgebiet, welche mittels Fotofallen nachgewiesen werden konnten.



Abbildung 13: An dem Standort D3 wurde das Hermelin nur mittels Fotofalle und nicht mittels Spurentunnel registriert.

3.5 Artnachweise mit Fotokisten

In den Fotokisten konnten ebenso Hermelinnachweise erbracht werden. Die Qualität der Bilder war nicht optimal. Sie waren z. T. überbelichtet (Abb. 14 a und b). Die Einstellungen der Fotofallen wurden laufend angepasst und optimiert. In der kleinen Fotokiste mit der Nahlinse 250 mm war das Hermelin zu nahe am Objekt. Es ragte über den Aufnahmebereich hinaus (Abb. 14 c und d).



Abbildung 14: Im direkten Vergleich ist der Aufnahmebereich der langen Fotokisten (460 mm Nahlinse, a und b) besser als derjenige der kurzen Fotokiste (250 mm Nahlinse, c und d). Bei der Verwendung der 250 mm Nahlinse ist der Fokus so nahe am Objekt und der Bildwinkel so klein, dass nicht die ganze Körperlänge eines Hermelins ins Bild passt (c).

4 Diskussion

4.1 Zielartennachweise im Untersuchungsgebiet

Im Wasser- und Zugvogelreservat Wauwilermoos ist das Hermelin die häufigste nachgewiesene Kleinmustelidenart. Die Fotofallennachweise und Einzelbeobachtungen (CSCF 2018²) bekräftigen diese Auffälligkeit. Die räumliche Verteilung zeigt, dass alle Nachweise aus den Holztunneln und den Fotofallen ein zusammenhängendes Netzwerk bilden (Abb.15).

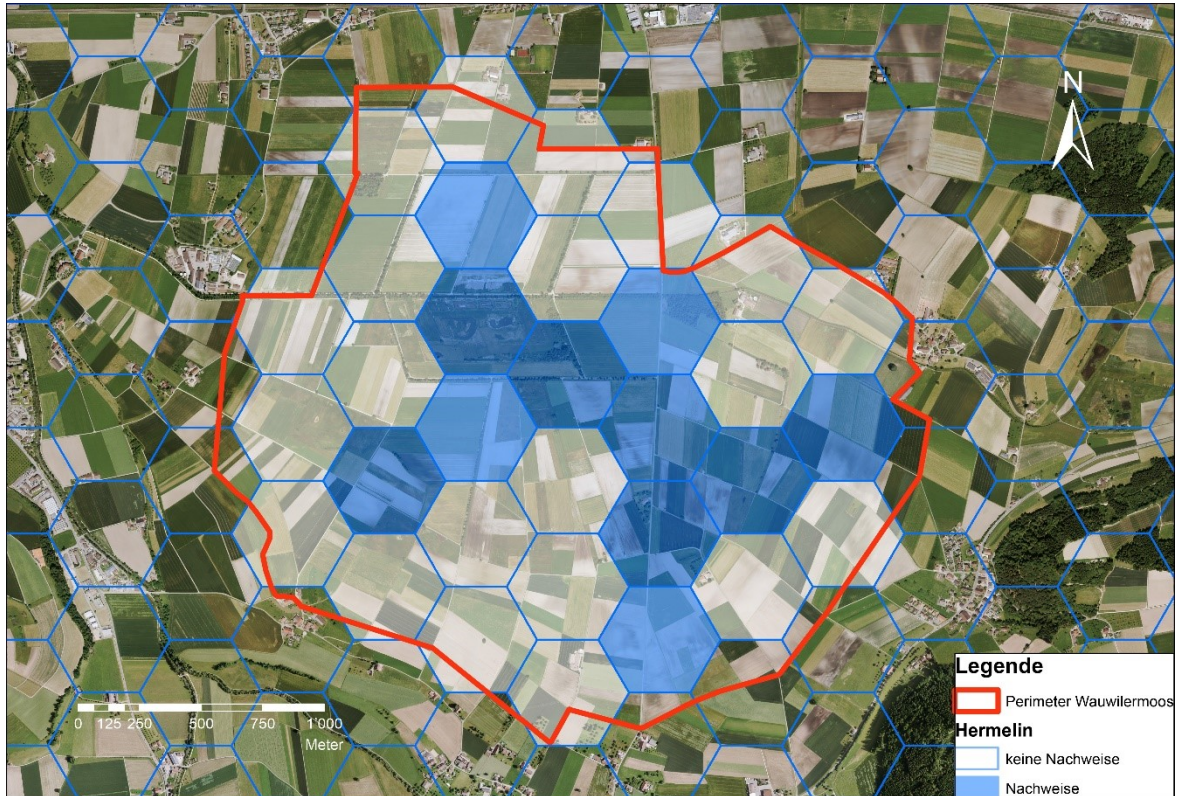


Abbildung 15: Verbreitungsgebiet des Hermelins mit den Nachweisen aus den Holztunnel (dunkelblau) ergänzt mit den Nachweisen der Fotofallen (hellblau). Ein zusammenhängendes Netzwerk ist zu sehen.

Über die Anzahl Tiere, welche sich in diesem Netzwerk bewegen, ist mit den verwendeten Methoden keine Aussage möglich. Im Frühjahr 2018 und während der Erhebungsphase wurden adulte und juvenile Hermeline beobachtet. Aufgrund der variablen Territorien-grösse jedes Tieres ist deren Anzahl im Perimeter nicht abschätzbar. Diese hängt von der Dichte, der verfügbaren Nahrung und von der Körpergrösse des Individuums ab (King & Powell 2007). Ist die Beute häufig, sind die Aktionsräume kleiner (<20 ha). Wenn die Beute spärlich ist, vergrössern sie ihre Aktionsräume bis auf über 200 ha. Die jährlichen Populationsschwankungen der Beute tragen zusätzlich zur Variabilität der Territorien bei. Über die Dichte und Populationsgrösse der Zielarten lassen sich somit keine konkreten Aussagen machen. Dazu müsste man diese Untersuchung wiederholen oder genetische Methoden wie Haarfallen anwenden. Auch die Aussagekraft wiederholter Untersuchungen sind mit Unsicherheit behaftet. Die Dichte der Kleinmusteliden ist schwankend und wird in den gemässigten Breiten durch das Nahrungsangebot bedingt (King & Powell 2007). Dieser Sachverhalt erschwert einen Rückschluss über Veränderungen der Populationsdichte bei kurzen Zeitreihen.

Im Gegensatz zu den Holztunnel wurde das Hermelin in den Kunststoffunnel nur vier Mal nachgewiesen. Dies zeigt deutlich, welche Auswirkungen die Wahl der Methode auf die

² Beobachter: H. Dietrich, O. Holzgang, B. Keist, M. Kestenholz, P. Korner-Nievergelt, P. Kunz, H. Lüscher, U. Lustenberger, P. Petitmermet, C. Vogel, S. Wechsler, O. Wiprächtiger

Anzahl erbrachter Nachweise hat. Wären für die Erhebung nur Black Trakka Tunnels verwendet worden, würde die Häufigkeit der Hermelinnachweise deutlich geringer ausfallen. Hinzu kommt, dass die Tinte der Holztunnel teilweise ausgetrocknet war. Das bedeutet, die Anzahl der Nachweise könnte noch höher liegen. Daraus ergäbe sich eine noch aussagekräftigere Differenz der Nachweise aus den beiden Tunnelsystemen.

Verglichen mit ähnlichen Studien liegt die Dichte der Stichproben (6.2 Tunnel/km²) im Mittelfeld (Capt & Marchesi 2012, Engler 2013). Im Vergleich mit dem gesamtschweizerischen Monitoring des CSCF (Capt & Marchesi 2012) zeigt sich im untersuchten Perimeter eine bedeutend höhere Detektabilität des Hermelins. Dies ist erstaunlich, da das Untersuchungsgebiet viele vernässte Flächen und offenes Kulturland aufweist. Vernässte Flächen sind ungeeignet für Wiesel, da sie kaum geeignete Lebensbedingungen für Mäuse bieten. Das offene Kulturland bietet den Kleinmusteliden wenig Lebensraumstrukturen.

Die stetig oder temporär vernässten Flächen mit hohen Amphibiendichten bieten dem Iltis ein potentiell Jagdgebiet. Der Iltis konnte mittels Spurentunneln nicht nachgewiesen werden. Was wenig erstaunt, da seine primäre Beute nicht in unterirdischen Tunnelsystemen lebt und somit kein direktes Aufsuchen und Begehen von Tunnel nötig ist. Dies konnte am Standort C6 beobachtet werden, bei dem der Iltis sich in unmittelbarer Nähe des Tunnels aufhielt, diesen aber nicht beging (Abb. 16). Die Meldungen von Direktbeobachtungen deuten darauf hin, dass der Iltis im Wauwilermoos immer wieder präsent ist (CSCF 2018³).



Abbildung 16: Der Iltis wurde nur mit Hilfe der Fotofallen registriert.

Über das Mauswiesel ist mit den wenigen Spurennachweisen und ohne Fotonachweise eine weniger detaillierte Aussage möglich. Die Detektabilität ist mit 256 Tunnelnächten pro Nachweis einiges höher als die Referenzwerte in der Literatur. Ein Vergleich ist jedoch mit

³ Beobachter: P. Wiprächtiger, S. Birrer, K. von Wattenwyl

Vorsicht zu geniessen, da die kleine Stichprobengrösse viel Unsicherheit mit sich bringt. Hinzu kommt, dass beim Standort E5 60 % der Nachweise (3 von 5) erbracht wurden. Die Spurenbestimmung wurde verifiziert, ist aber nicht zweifelsfrei. Standort E5 wurde mit einer Fotofalle überwacht und hat im selben Zeitraum, wie die Mauswieselnachweise erbracht wurden, ein Hermelin aufgenommen (Abb. 17). Nun bleibt unklar, ob der Abdruck von einem juvenilen Hermelin stammt, oder ob beide Arten anwesend waren.



Abbildung 17: Beim Standort E5 wurde ein Hermelin registriert. Ob es sich dabei um ein Jungtier handelt ist unklar.

Um die Unsicherheiten bei der Artbestimmung zu verringern sind Fotofallen ein geeignetes Hilfsmittel. Besser wären genetische Methoden wie Haarfallen. Diese liessen gesicherte Artbestimmungen zu und sogar die Identifizierung von Individuen. Daraus liesse sich mit Hilfe der Wiederfang-Methode eine Schätzung der Dichte machen.

Ein direkter Rückschluss auf den Einfluss von Kleinmusteliden auf die bodenbrütenden Kiebitze ist nicht möglich. Es kann gezeigt werden, dass sich im Gebiet, in welchem Kiebitze brüteten, auch Hermeline aufhalten. Aus anderen Studien geht hervor, dass Wiesel Vögel angreifen, auch wenn diese um einiges grösser sind als sie selbst (Barrow 1953). Somit stellen die Kiebitze und besonders deren Eier und Jungtiere eine einfache Beute für Hermelin und Mauswiesel dar (Murphy & Dowding 1995). Wenn die Angreifer von den Kiebitzen entdeckt werden, werden diese vermutlich von den Vögeln im Sturzflug angegriffen und vertrieben (Hosey & Jaques 1998, Hunter 1969). Dieses Verhalten konnte z. B. bei anderen Kiebitz-Feinden wie Krähen beobachtet werden. Um die Kiebitze vor Prädatoren zu schützen, werden die Nester mit einem Elektrozaun umzäunt. Es ist jedoch anzunehmen, dass der Zaun für die Kleinmusteliden kein unüberwindbares Hindernis darstellt. Die Maschen der Zäune sind gross genug damit Wiesel durchkommen. Zudem können sie via Mäusegänge unterirdisch zu den Nestern gelangen.

4.2 Artnachweise unterschieden nach Lebensraumstrukturen

Die Spurentunnel wurden nach dem Verteiler des CSCF (Capt 2010) primär bei Lebensraumstrukturen platziert. Die Annahme ist, dass sich die Kleinmusteliden vermehrt bei diesen Strukturen aufhalten. Somit sollte die Nachweisbarkeit dort höher sein. Unsere Resultate zeigen jedoch ein anderes Bild. Der Standort B7 beispielsweise, wurde mehrfach von einem Hermelin aufgesucht und verzeichnet die höchste Anzahl Besuche (Abb. 18). Die Platzierung erfolgte an einem Feldrand, da keine anderen Strukturen vorhanden waren. Entgegen unseren Erwartungen haben wir in diesem offenen Kulturland mehrere Nachweise erbracht. Eine mögliche Erklärung ist, dass das Hermelin in diesem Gebiet ein Netzwerk von Mausgängen vorfindet. Dieses dient ihm als Deckung und zur Nahrungsbeschaffung. Somit könnte auch ein Gebiet ohne oberirdische Kleinstrukturen Schutz vor Fressfeinden bieten. Landschaftliche Strukturen müssen nicht zwingend der limitierende Faktor sein. Andere Faktoren, wie die Dichte der Beute, sind ebenso limitierend. Die Nutzung der Lebensraumstrukturen durch das Mauswiesel ist aufgrund der geringen Anzahl Nachweise nicht aussagekräftig.



Abbildung 18: Beim Platzieren der Spurentunnel schien der Standort B7 nicht vielversprechend. Entgegen den Erwartungen wurden an diesem Standort die meisten Hermelinnachweise erbracht.

4.3 Vergleich der Holz- und Kunststoffspurentunnel

Eindeutig ist, dass mit den Holztunneln deutlich mehr Nachweise erbracht wurden als mit den Kunststofftunneln. Dies deutet auf Unterschiede in der Attraktivität der verschiedenen Tunnelsysteme. Nun stellt sich die Frage, welche Eigenschaften der Tunnel einen Einfluss auf deren Attraktivität hat.

Die Grösse des Tunnels ist eine Eigenschaft, die einen Einfluss auf die Attraktivität für Kleinmusteliden haben kann. Ist der Tunnel zu hoch oder zu kurz, wird er vermutlich nicht mehr als Tunnel angesehen. Bei kleinem Durchmesser werden grössere Tiere ausgeschlossen. Im direkten Vergleich sind die Holztunnel doppelt so lang wie diejenigen aus Kunststoff. Dementsprechend ist die Fläche (Tinte und Papier) bei den Kunststofftunneln kleiner, sodass diese allenfalls übersprungen werden können. Weiter ist die Höhe des

Tunnelsystems zu beachten. Ein hoher Tunnel begünstigt die Möglichkeit den Marder-sprung auszuführen, was zum Überspringen der Tinte führen kann. Eine minimale Höhe ist notwendig, wenn auch der Iltis den Tunnel passieren soll. Hinzu kommt, dass die Kunststofftunnel leichter und weniger stabil sind. Es ist zu vermuten, dass die Tiere einen wackelnden Tunnel eher meiden.

Die beiden Systeme verwenden unterschiedliche Tinten. Die auf Wasser basierte Tinte der Holztunnel muss ständig unterhalten werden. Die Tinte (auf Öl basiert) der Kunststoff-tunnel lässt sich auch bei Trockenheit lange halten. Die Handhabung bei den Holztunneln ist zeitaufwendiger. Zudem hat das Austrocknen einen negativen Einfluss auf die Qualität der erhobenen Daten. Die Tinten-kissen waren bei den Kontrollen oft relativ trocken, trotz der Kürzung der Kontrollintervalle. Die Zugabe von Triethylenglycol zur Tinte erhöhte die Hygroskopie, erzielte jedoch nicht die erwünschte Wirkung. Es ist anzunehmen, dass gegen Ende der Intervalle, einige Tiere auf Grund der Trockenheit keine Spuren mehr hinterliessen oder Spuren von schlechter Qualität. Daher wird die Anzahl der Nachweise tendenziell unterschätzt. Die Spuren, die nicht eindeutig einer Art zugeordnet werden konnten, wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Die vorliegende Auswertung ist somit konservativ gefasst. Ein Grund, warum Spuren nicht identifiziert werden konnten war die Qualität der Abdrücke. Die Black Trakka Spurenkarten liefern detailreichere Spurenabdrücke, was die Auswertung erleichtert. Mit dieser Methode konnten auch Nichtsäuger wie Reptilien oder Amphibien nachgewiesen werden. Ob die Farbe oder der Geruch der Tinte einen Einfluss auf das Verhalten der Zielarten hat ist nicht bekannt. Dies könnte durchaus einen Einfluss auf die Attraktivität der Tunnel haben.

Tabelle 5: Vor- und Nachteile der beiden verwendeten Spurentunnelsysteme. Das «Luzerner Modell» stellt eine Kombination der beiden Spurentunnelsysteme dar und nutzt deren jeweilige Vorteile.

	Holztunnel	Kunststofftunnel (Black Trakka)	«Luzerner Modell»
Länge	Ideal	Zu kurz?	Ideal
Höhe	Ideal	Zu tief?	Ideal
Stabilität, Befestigung im Gelände	Gut	Teilweise problematisch	Gut
Austrocknen der Tinte	Je nach Wetter sehr schnell (2-3 Tage)	Nie ¹	Nie ¹
Verwässern der Tinte	Bei starkem Regen	Nie	Nie
Genauigkeit der Abdrücke	Mittel - Gut ²	Sehr gut	Sehr gut
Verwitterung	Spritzwasser, Luftfeuchtigkeit, UV-Strahlung	Spritzwasser	Spritzwasser
Probleme mit Schneckenfrass	Z.T. erheblich	Gering	Gering
Probleme mit Mäusefrass	Ja (Filz und Papier)	Nein	Nein
Entwendung der Spurenkartensysteme durch Wildtiere	Nie	Teilweise	Nie
Handhabung, Zeit für Kontrolle	Aufwendig, 5-10 min/Tunnel	Einfach, 2 min/Tunnel	Einfach, 2 min/Tunnel
Archivierung	Einfach	Aufwendiger (Farbreste, Rückseite)	Aufwendiger (Farbreste, Rückseite)
Anzahl Spuren (Zielarten)	Viele	Wenige	Viele ³

1: Manchmal durch Staub bedeckt; 2: Unter der Voraussetzung, dass die Tinte frisch ist; 3: Vermutlich mehr als in den Holztunneln.

Die Beschaffenheit der Tinte der Black Trakka Tunnel zeigt klare Vorteile. Nur wurden in den Holztunneln signifikant mehr Spuren erfasst. Somit könnte die Kombination der beiden Tunnelsysteme alle Vorteile nutzen. Als Pilotversuch wurde anschliessend an die Erhebungsperiode eine Woche angehängt, in der die Holztunnel mit Spurenkartensysteme aus den Kunststofftunnel bestückt wurden. In dieser Woche wurden in den Holztunnel mit Spurenkartensysteme vier Nachweise (Hermelin, Mauswiesel, Westigel und Steinmarder) erbracht. Während in den Kunststofftunneln keine Nachweise erfolgten. Dies lässt vermuten, dass die Beschaffenheit der Tinte weniger Einfluss auf die Attraktivität des Tunnels hat, als dessen andere Eigenschaften wie Dimensionen oder Stabilität. Die Kombination aus Holztunnel und Black Trakka Spurenkartensysteme bildet somit die optimale Methode für weitere Erhebungen von Kleinmusteliden. Diese Kombination nutzt die Vorteile beider Tunnelsysteme. Es ist davon auszugehen, dass dieses zusammengesetzte System, das «Luzerner Modell», attraktiver ist, als beide einzelnen. Um diese Vermutung zu bestätigen braucht es noch einen Test, indem die auf Wasser basierte Tinte der Holztunnel in den Kunststofftunnel angewendet wird. Dieser vollständige Kreuztest wird zeigen, ob die Kombination von der auf Wasser basierten Tinte und Kunststofftunnel, weniger attraktiv ist als die einzelnen Sys-

teme. Das vorgeschlagene «Luzerner Modell» bringt auch den Vorteil, dass die Handhabung erleichtert und die Kontrolle weniger zeitintensiv ist. Positiv ist zudem, dass die Spurenkarten im Holz fixiert (Dreispitz-Reisnägeln) werden können.

4.4 Artnachweise mit Fotofallen

Die Fotofallen erwiesen sich als informative Ergänzung zu den Spurentunneln. Viele Arten konnten nur dank den Fotofallen nachgewiesen werden, weil sich die Spurentunnel nicht für deren Erhebung eignen (z. B. Iltis und Steinmarder). Auch bei den Tieren, welche die Tunnel durchliefen konnte ein zusätzlicher Informationsgewinn erzielt werden. An manchen Standorten konnte der Nachweis nur anhand der Fotofallen erbracht werden. So wurde beispielsweise das Hermelin an vier Standorten gesichtet, ohne Spuren in den Tunnel zu hinterlassen (Kap. 4.1: Abb. 15).

Auffallend ist die hohe Anzahl verschiedener Hauskatzen, welche mit den Fotofallen nachgewiesen wurden. Diese sind flächendeckend über das Wasser- und Zugvogelreservat anzutreffen. Deren Einfluss auf das Verhalten der Kleinmusteliden ist nicht bekannt. Man kann aber davon ausgehen, dass sie einen indirekten Einfluss auf die Dichte der Kleinmusteliden haben, da deren Dichte abhängig ist von teilweise derselben Futterquelle. Nagetiere und Vögel sind die am häufigsten gefangene Beute von Hauskatzen in der Schweiz. Problematisch im Wasser- und Zugvogelreservat ist auch der Einfluss der Katzen auf Vögel (insbesondere bodenbrütende), wie auch auf Amphibien und Reptilien (Loss et al. 2013). Für alle diese Artengruppen werden Fördermassnahmen erbracht.

4.5 Artnachweise mit Fotokisten

Um gesicherte Spurennachweise zu erbringen eignen sich Fotokisten. Diese haben den Vorteil, dass sie die Eigenschaften der Tunnel und der Fotokisten vereinen. Die flinken Kleinmusteliden, sind für herkömmliche Fotofallen oft zu schnell. In den Fotokisten verweilen sie kurz und lassen sich fotografieren. Diese gesicherten Spurennachweise können zum Üben der Spurenbestimmung verwendet werden. Es konnte auch gezeigt werden, dass einzelne Spuren identifiziert werden können und bei einer guten Abdruckqualität Individuen erkannt werden (Jones et al. 2004, Herzog et al. 2003).

Es konnte gezeigt werden, dass Nahlinse hilfreich sind, um die Dimensionen der Fotokisten zu verkleinern. Eine kleinere Fotokiste ist einfacher in der Handhabung und leichter in bestehende Kleinstrukturen wie Hecken oder Steinhäufen zu integrieren. Beim Modell Nature View HD Cam 119740 vom Hersteller Bushnell ist eine 460 mm Nahlinse optimal für Kleinmusteliden. Bei einer stärkeren Nahlinse mit 250 mm ist der Fokus zu nahe, sodass der Bildwinkel zu klein für die Zielarten ist. Diese eignet sich deswegen nur für kleinere Tiere wie Mäuse.

5 Fazit und Ausblick

Mit dieser Erhebung konnten alle Kleinmustelidenarten (Mauswiesel, Hermelin und Iltis) im Wasser- und Zugvogelreservat Wauwilermoos nachgewiesen werden, wenn auch der Iltis nur mit Hilfe von Fotofallen. Die Verwendung von Fotofallen in Kombination mit Spurentunnel erwiesen sich als informative und wertvolle Ergänzung. Der Methodenvergleich von Holz- und Kunststoffunnel zeigt deutliche qualitative, wie auch quantitative Unterschiede der erhobenen Daten. Die Anzahl der Nachweise in den Holztunneln ist signifikant höher, während die Qualität der Spuren aus den Kunststoffunneln besser ist. Die Kombination von Holztunnel und Black Trakka Spurenkarte, das «Luzerner Modell», vereint die Vorteile der beiden Methoden und wird für zukünftige Erhebungen vorgeschlagen.

6 Literatur und Quellenverzeichnis

- Barrow, C. (1953). Weasel and waterhen. *The Countryman* Spring 1953:115.
- Capt, S. (2010). Musteliden-Monitoring Schweiz: Anleitung für die Feldarbeit mit den Spurentunnel. Neuchâtel: CSCF.
- Capt, S. & Marchesi, P. (2012). Monitoring der Kleinmusteliden in der Schweiz: Resultate der Erhebungen von 2010. Neuchâtel: CSCF und Sion: Drosera SA.
- Engler, D. (2013). Untersuchung der Nutzung unterschiedlich strukturierter Lebensräume durch Kleinmusteliden und Schläfer. Bachelorarbeit. Wädenswil: Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW.
- Herzog, C. J., Kays, R. W., Ray, J. C., Gompper, M. E., Zielinski, W. J., Higgins, R., & Tymeson, M. (2007). Using Patterns in Track-Plate Footprints to Identify Individual Fishers. *The Journal of Wildlife Management*, 71:3, 955-963. URL: <http://www.jstor.org/stable/4495277>
- Hosey, G., & Jacques, M. (1998). Lesser black-backed gull apparently picking up and dropping live stoat. *British Birds* 91: 199.
- Hunter, T. S. (1969). Aggressive sparrows. *Country Life* 25 September 1969.
- Jones, C., Moller, H., & Hamilton, W. (2004). A review of potential techniques for identifying individual stoats (*Mustela erminea*) visiting control or monitoring stations. *New Zealand Journal of Zoology*, 31, 193-203, DOI: 10.1080/03014223.2004.9518372
- King, C. M. & Edgar, R. L. (1977). Techniques for trapping and tracking stoats (*Mustela erminea*); a review, and a new system, *New Zealand Journal of Zoology*, 4:2, 193-212, DOI: 10.1080/03014223.1977.9517953
- King, C. M. & Powell, R. A. (2007). *The Natural History of Weasels and Stoats: Ecology, Behavior, and Management*. 2nd ed., New York: Oxford University Press. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780195322712.001.0001.
- Loss, S. R., Will, T. & Marra, P. P. (2013). The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. *Nature Communications*, 4:1396, DOI: 10.1038/ncomms2380
- Marchesi, P., Blant, M. & Capt, S. (2008). *Säugetiere der Schweiz: Bestimmungsschlüssel* (Vol. 22, Fauna Helvetica). Neuchâtel: CSCF.
- Marchesi, P., Dunant, F., Rebsamen, V. & Rauss, A. (2004). Biomonitoring des petits carnivores en 2003 à Genève: Test de la méthode des tunnels à traces. Sion: Bericht des Büro Drosera SA. OFEFP, SGW, SFPNP Genève.
- Marchesi, P., Mermod, C., & Salzmann, H. C. (2010). *Marder, Iltis, Nerz und Wiesel: Kleine Tiere, grosse Jäger*. Bern: Haupt.
- Murphy, E. C., and Dowding, J. E. (1995). Ecology of the stoat in *Nothofagus* forest: home range, habitat use and diet at different stages of the beech mast cycle. *New Zealand Journal of Ecology* 19: 97–109.
- R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. Wien: R Foundation for Statistical Computing.

WIN Wieselnetz (2016). Wiesellandschaft Schweiz: Erfolgskontrolle für intensive Wiesel-
förderprojekte – Kurzfassung für Projektleiter, 3 Seiten und 3 Anhänge.

Dank

Wir bedanken uns herzlich bei Simon Capt vom CSCF, welcher sich die Zeit genommen hat, um all unsere Spurennachweise zu verifizieren. Vielen Dank auch Darius Weber, welcher uns seine Erfahrungen weiter gegeben hat und uns seine Black Trakka Tunnels sowie Fotofallen zur Verfügung gestellt hat. Weiter danken wir allen Beteiligten sei es für Experten-Tipps, beim Bau der Spurentunnels, bei der Feldarbeit oder auch beim kritischen Lesen des Berichtes.



Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement

Landwirtschaft und Wald (lawa)

Jagd und Fischerei

Centralstrasse 33

Postfach

6210 Sursee

Telefon 041 349 74 00

www.lawa.lu.ch

jagdfischerei.lawa@lu.ch

Anhang

Anhang 1: Tunnelstandorte

Tabelle Z 1: Tunnelstandorte mit Tunnelnummer und Standortangaben. Struktur und Kategorie beziehen sich auf den Verteiler des CSCF. Standorte mit zusätzlicher Fotofallen sind gekennzeichnet.

Standort	Nummer	x-Koordinate	y-Koordinate	Struktur	Kategorie	Fotofalle
A3	1	2643816.12	1225598.35	Hecke	1	Nein
A4	2	2644322.65	1225333.38	Steinhaufen	2	Nein
A5	3	2644657.86	1225334.33	Hecke	1	Nein
A6	4	2644977.11	1225019.2	Hecke	1	Nein
A7	5	2645509.97	1224674.15	Hecke	1	Nein
B2	6	2643586.07	1225358.84	Gebäude	3	Ja
B3	7	2643955.47	1225133.65	Einzelbaum	2	Nein
B4	8	2644293.32	1224964.94	Hecke	1	Nein
B5	9	2644741.81	1224744.82	Waldrand	1	Nein
B6	10	2645080.85	1224424.4	Gebäude	3	Nein
B7	11	2645308.68	1224137.18	Feldrand	4	Nein
C2	12	2643609.82	1225014.14	Hecke	1	Nein
C3	13	2643953.55	1224828.9	Gebäude	3	Ja
C4	14	2644368.28	1224498.43	Asthaufen	2	Ja
C5	15	2644693.76	1224368.56	Feldrand	4	Nein
C6	16	2645024.57	1224077.65	Steinhaufen	2	Ja
C7	17	2645495.54	1223973.06	Einzelbaum	2	Nein
D1	18	2643202.87	1224826.07	Bach	1	Nein
D2	19	2643665.54	1224517.92	Hecke	1	Nein
D3	20	2643987.8	1224390.32	Hecke	1	Ja
D4	21	2644243.19	1224090.59	Gebäude	3	Nein
D5	22	2644789.01	1223933.68	Gebäude	3	Ja
D6	23	2645150.46	1223633.45	Feldrand	4	Nein
E1	24	2643209.31	1224283.56	Hecke	1	Ja
E2	25	2643623.5	1223964.82	Steinhaufen	2	Nein
E3	26	2643890.84	1223875.07	Hecke	1	Nein
E4	27	2644462.67	1223778.92	Gebäude	3	Nein
E5	28	2644825.48	1223237.53	Hecke	1	Ja
F1	29	2643087.25	1223841.52	Hecke	1	Nein
F2	30	2643649.76	1223764.79	Einzelbaum	2	Nein
F3	31	2643778.99	1223494.23	Feldrand	4	Nein
F4	32	2644188.26	1223082.79	Einzelbaum	2	Nein
X1	33	2644009.87	1224484.26	Gebäude	3	Ja
X2	34	2644706.91	1224829.72	Bach	1	Ja
X3	35	2644009.87	1224484.26	Gebäude	3	Nein

Anzahl
14
8
6
4

Anhang 2: Zusätzliches Material zu den Resultaten

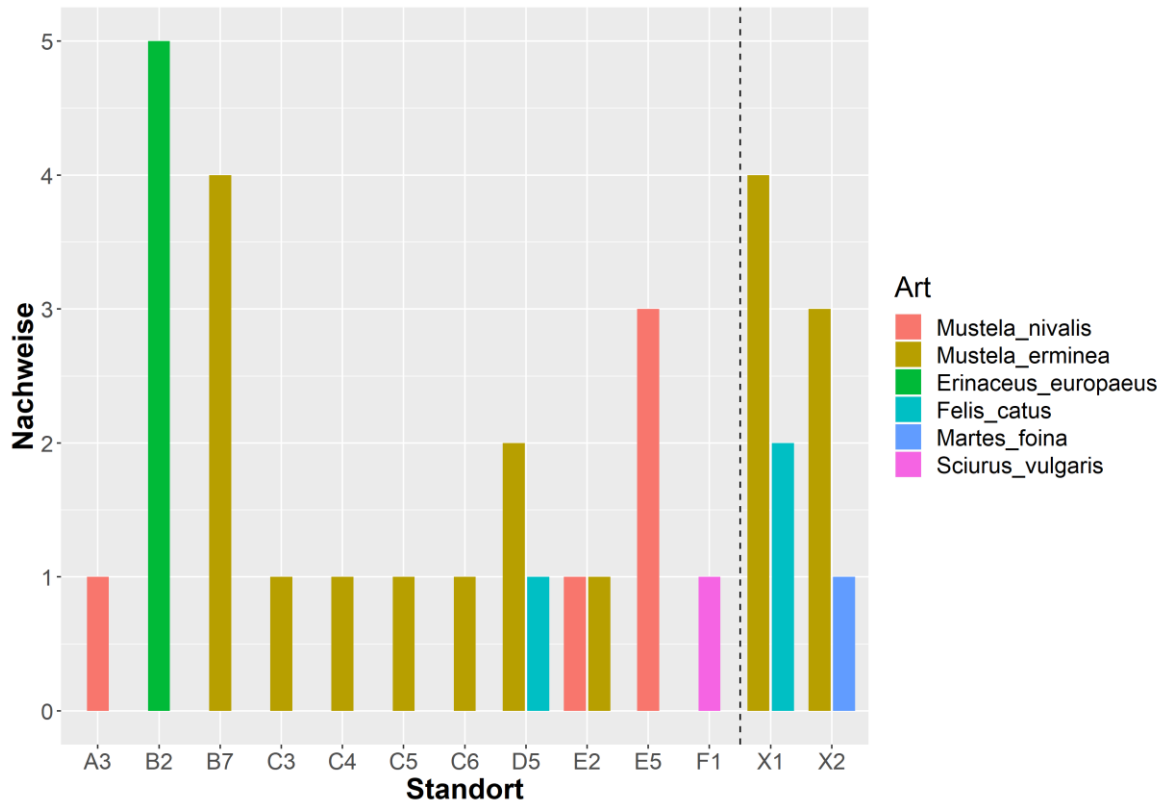


Abbildung Z 1: Anzahl verifizierter Nachweise von Spuren aller Arten aus den Holztunneln pro Standort. Standorte rechts der gestrichelten Linie waren zusätzlich und wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen. Standorte ohne Nachweise werden nicht gezeigt.