



**Life Sciences und  
Facility Management**

IUNR Institut für Umwelt und  
Natürliche Ressourcen



TROPHY CAM

53°F 11°C

04-09-2020 13:43:16

**Wirkungskontrolle der Aufwertungsmassnahmen für  
Wiesel & Co am Zimmerberg**

Auftraggeber: **Wiesel & Co am Zimmerberg**  
c / o Stefan Keller  
Aeschstrasse 23,  
9122 Mogelsberg

Bearbeitung: **Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR**  
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Life Sciences und Facility Management  
Forschungsgruppe Geoinformatik  
Grüental, Postfach  
CH-8820 Wädenswil

Autoren: Nils Ratnaweera<sup>1</sup>  
Inga Laas<sup>2</sup>  
Silvio Aegeerter<sup>2</sup>  
Patrick Laube<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ZHAW, <sup>2</sup> Wiesel & Co am Zimmerberg

Titelbild: Hermelin vor einem Winterquartier (Laas, 2020)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>Danksagung</b>	<b>6</b>
<b>1 Ausgangslage</b>	<b>7</b>
<b>2 Konzept der vorliegenden Wirkungskontrolle</b>	<b>8</b>
<b>3 Methode</b>	<b>9</b>
3.1 Übersicht . . . . .	9
3.2 Erhebung 1: Attraktivitätskontrolle von Asthaufen mittels Spurentunneln . . . . .	9
3.3 Erhebung 2: Attraktivitätskontrolle von Winterquartieren mittels Fotofallen . . . . .	11
3.4 Erhebung 3: Ermittlung attraktivitätsfördernder Faktoren von Asthaufen . . . . .	12
3.5 Datensatz A: Unsystematische Attraktivitätskontrolle von Asthaufen . . . . .	14
3.6 Datensatz B: Beobachtungsmeldungen . . . . .	15
<b>4 Resultate</b>	<b>16</b>
4.1 Erhebung 1: Attraktivitätskontrolle von Asthaufen mittels Spurentunneln . . . . .	16
4.2 Erhebung 2: Attraktivitätskontrolle von Winterquartieren mittels Fotofallen . . . . .	16
4.3 Erhebung 3: Ermittlung attraktivitätsfördernder Faktoren von Asthaufen . . . . .	18
4.4 Datensatz A: Unsystematische Attraktivitätskontrolle von Asthaufen . . . . .	22
4.5 Datensatz B: Beobachtungsmeldungen . . . . .	24
<b>5 Diskussion und Fazit</b>	<b>31</b>
5.1 Vergleich mit den Zielsetzungen von WIN Wieselnetz . . . . .	31
5.2 Nachweisquote im Vergleich mit anderen Studien . . . . .	31
5.3 Interpretation der Nachweiszahlen . . . . .	33
5.4 Erkenntnisse für die Anlagen von Asthaufen . . . . .	33
5.5 Fazit und Ausblick . . . . .	34
<b>6 Literaturverzeichnis</b>	<b>36</b>
<b>7 Anhang</b>	<b>37</b>
7.1 Anhang A: Nachweiserfolge anderer Studien . . . . .	37
7.2 Anhang B: Erhebung 1 (Rohdaten) . . . . .	37
7.3 Anhang C: Datensatz A (Rohdaten) . . . . .	37
7.4 Anhang D: Nachweise pro Struktur (Erhebung 1) . . . . .	38
7.5 Anhang E: Geodaten für Erhebung 1 & 2 . . . . .	38
7.6 Anhang F: Asthaufenqualität . . . . .	41
7.7 Anhang G: Statistische Modellierung attraktivitätsfördernder Faktoren . . . . .	42

# Zusammenfassung

Im Projekt "Wiesel & Co am Zimmerberg" werden die Tierarten Hermelin, Mauswiesel und Iltis mit gezielten Massnahmen gefördert. Dabei werden im Wesentlichen fünf Typen von Aufwertungsmassnahmen umgesetzt: Winterquartiere, Ast- und Steinhaufen, Gebüschergruppen sowie Grossstrukturen. Von diesen Massnahmen wurden mehr als 450 realisiert.

Das Ziel der vorliegenden Wirkungskontrolle ist festzustellen, ob diese Aufwertungsmassnahmen von den Zielarten genutzt werden. Dafür wurden Ast- und Steinhaufen mit Spurentunnels und Winterquartiere mit Fotofallen systematisch beobachtet. Zudem wurden zur Beurteilung zwei weitere Datensätze zugezogen, die im Rahmen des Projekts erhoben wurden: Dabei handelt es sich um die Resultate von spontanen Wirkungskontrollen sowie um Beobachtungsmeldungen aus der Bevölkerung.

In der **Spurentunnel Untersuchung** sind 39 Asthaufen innerhalb von zwei Jahren über einen Zeitraum von je 6 Wochen systematisch untersucht worden. Die Untersuchungen fanden im Herbst 2019 sowie im Frühling 2020 statt. Anhand der Spurenpapiere erfolgten über beide Perioden 55 Einelnachweise vom Hermelin und zwei Einelnachweise vom Iltis. Die dritte Zielart, das Mauswiesel, konnte an keinem Standort nachgewiesen werden. Über beide Untersuchungsperioden hinweg wurde in 27 von 39 Asthaufen (69 %) mindestens eine Zielart detektiert. Von den Zielen, die WIN Wieselnetz den regionalen Wieselprojekten formuliert, konnte Wiesel & Co am Zimmerberg nur eines vollständig erreichen (*In mind. 75 % der untersuchten Patches des Populationsraums sollen Nachweise von Hermelinen erbracht werden*). Drei der Ziele sind Teilweise erfüllt und ein Ziel konnte nicht erreicht werden (*In mind. 25 % der untersuchten Patches des Populationsraums sollen Nachweise von Mauswieseln erbracht werden*.). Die Nachweisraten zählen im Vergleich zu anderen Wieselprojekten in der Schweiz zu den höchsten.

In der **Fotofallen-Überwachung** der Winterquartiere konnte in 5 von 11 untersuchten Standorten (45%) mindestens eine Zielart festgestellt werden. 4 Einelnachweise des Hermelins und 3 des Iltis. Jedes Winterquartier wurde von Kleintieren genutzt: Von Dachsen, Eichhörnchen, Füchsen, Mardern, Fröschen, Vögeln, Mäusen und Hauskatzen.

Zwei Gründe könnten für die überragende **Dominanz des Hermelins gegenüber des Mauswiesels** ausschlaggebend sein: (1) Dominanz des Hermelin aufgrund der idealen Nahrungsgrundlage, (2) Benachteiligung des Mauswiesels durch mangelnde Kleinräumigkeit bzw. Vernetzung des Lebensraumes. Diese Gründe sind allerdings mit einiger Unsicherheit belegt, und auch nach Durchführung des Projekts ist über die Populationsdynamik im Bezirk Horgen nicht viel bekannt.

In der Untersuchung zur **Ermittlung attraktivitätsfördernder Faktoren von Asthaufen** wurden stark frequentierte Asthaufen mit solchen verglichen, die keinen Nachweis von Zielarten erbringen konnten. Dabei haben wir 9 verschiedene Parameter zu den Asthaufen erhoben und ihre Attraktivität statistisch analysiert. Dabei kam heraus, dass das Astmaterial als einziger untersuchter Parameter die Attraktivität für die Zielarten (überwiegend Hermeline) zu beeinflussen scheint. Bei Asthaufen mit grobem Astmaterial ist die Wahrscheinlichkeit eines Nachweises mit hoher Signifikanz grösser als bei Asthaufen mit feinem Astmaterial.

In der unsystematischen, **spontanen Spurentunnel-Untersuchung** konnte in den insgesamt 32 beobachteten Asthaufen das Hermelin 51 und der Iltis 23-mal nachgewiesen werden. Auch in dieser Erhebung gab es keine Mauswiesel Nachweise. In 25 der 32 Asthaufen (78%) wurde mindestens eine der Zielarten festgestellt.

## *Inhaltsverzeichnis*

Von den 555 **Sichtungsmeldungen**, die im Projekt gesammelt wurden, sind 428 Meldungen verwendbar. Die Beobachtungen von Hermelinen sind über den ganzen Bezirk verteilt, so auch in stark fragmentierten und dicht besiedelten Kulturflächen. Deutliche Häufungen von Meldungen sind aber in den weniger verbauten Landschaften zu verzeichnen. Deutlich weniger Sichtungsmeldungen sind zum Iltis eingegangen. Dies widerspiegelt einerseits die Annahme, dass seine Population kleiner ist als jene des Hermelins. Andererseits sind die tieferen Zahlen sicherlich auch der Lebensweise dieser Tierart geschuldet: Als dämmerungs- und nachtaktives Tier, welches sich gerne in Deckung aufhält, ist der Iltis seltener zu beobachten als das Hermelin.

Ebenfalls sind Beobachtungen von Mauswieseln sehr rar und über den ganzen Bezirk verteilt. Auch hier dürfte das Resultat von verschiedenen Faktoren bestimmt sein: Das Mauswiesel verhält sich weniger auffällig und ist unzuverlässig von Hermelinen zu unterscheiden. Alle Resultate weisen darauf hin, dass die Mauswieselpopulation im Bezirk klein und fragil ist.

# Danksagung

Dieser Bericht ist durch die Mitwirkung vieler engagierter Personen entstanden, bei denen wir uns an dieser Stelle bedanken möchten: **Simon Capt** für seine fachlichen Einschätzungen sowie der Bestimmung und Gegenkontrolle von zahlreichen Spurenprodukten. **Inga Laas** und **Silvio Aegerter** für ihr grosses Engagement bei der Erhebung der Daten aus Spurentunneln und Fotofallen. **Adrian Dietrich** (SWILD), **Andrin Dürst** (Naturpark Thal) sowie **Matthias Nyfeler** (ZHAW) für ihre Inputs zur statistischen Auswertung der Daten. All den zahlreichen freiwilligen Helfern bei der Betreuung von Spurentunneln sowie die Meldung von Beobachtungen.

# 1 Ausgangslage

“Wiesel & Co am Zimmerberg” ist ein mehrjähriges Projekt der Naturschutzvereine des Bezirks Horgen (2014 bis 2021). Im Zentrum dieses Naturschutzprojekts steht die Förderung der Tierarten Hermelin, Mauswiesel und Iltis.

Zur Förderung dieser Zielarten werden in erster Linie ihre Lebensräume aufgewertet. Dazu werden natürliche Strukturen wie Asthaufen und Hecken geschaffen, um mehr Deckungsmöglichkeiten, grösseren Beuteerfolg und bessere Bedingungen für die Aufzucht von Jungen zu schaffen.

Konkret werden im Projekt Massnahmen gefördert, welche unter [wieselundco.ch/welche-massnahmen](http://wieselundco.ch/welche-massnahmen) beschrieben sind. Im Projekt wird die Realisierung dieser Massnahmen beratend, tatkräftig und teilweise finanziell unterstützt. Die finanzielle Unterstützung erfolgt bei der Umsetzung folgender Massnahmen (siehe auch Abbildung 1.1):

1. Ast- / Steinhaufen
2. Winterquartiere
3. Gebüschgruppen
4. Grossstrukturen
5. Sanierung von Feldscheunen

Von den etwa 450 Massnahmen, die im Rahmen des Naturschutzprojekts umgesetzt wurden, handelt es sich bei über 60 % um Asthaufen. Etwa 20 % der Massnahmen sind Gebüschgruppen und weitere 10 % Steinhaufen. Winterquartiere und Grossstrukturen bilden die restlichen 10 %. Dazu kommen 8 sanierte Feldscheunen (Streu- und Torfhütten).

Die vorliegende Wirkungskontrolle soll feststellen, ob die Aufwertungsmassnahmen für die Zielarten attraktiv sind und von ihnen genutzt werden. Dafür werden Ast- und Steinhaufen mit Spuren tunnel und Winterquartiere mit Fotofallen systematisch beobachtet. Zudem werden zur Beurteilung zwei weitere Datensätze des Projekts beigezogen, die bereits vorliegen. Dabei handelt es sich um die Resultate von spontanen Wirkungskontrollen sowie um Beobachtungsmeldungen aus der Bevölkerung.



Ast- und Steinhaufen à 4m<sup>2</sup> sind in der DZV ein bekanntes Element. Eine grössere Dimensionierung (ab 9m<sup>2</sup>) und eine beständige Nistkammer im Schutz der Äste macht ihn viel wertvoller für Kleinhraubtiere und gleichzeitig anrechenbar nach unserem Bonussystem.

Im Kern gedacht als Rückzugsort für den Iltis im Winter, sind wenig frequentierte und vor der Witterung geschützte Nischen auch willkommene Aufzuchtorte für Wiesel. Anrechenbar im Vernetzungsprojekt Horgen-Wädenswil und in unserem Bonussystem.

Gebüschgruppen à 4m<sup>2</sup> sind in manchen Vernetzungsprojekten gefragt. Ab 9m<sup>2</sup> werden diese auch durch unser Bonus-System belohnt. Reihig angeordnet können sie zudem als BFF Typ Hecke angemeldet werden. Die Sträucher stellen WiCoZ zur Verfügung.

Sie haben einen Ecken Land von mind. 1 Are, dessen Bewirtschaftung sich nicht aufdrängt? Besonders dort, wo andere Strukturen fehlen, sind naturnahe Grossstrukturen für Kleinhraubtiere u.a. sehr wertvoll und werden durch unser Bonus-System vergütet.

Feldscheunen waren vor nicht allzu langer Zeit noch wichtige Räume um Vieh, Streu, Torf oder Geräte unterzubringen. Der heutige Nutzen reicht nicht aus wirtschaftlicher Sicht oft den Unterhaltsaufwand nicht. Deshalb übernimmt Wiesel & Co am Zimmerberg bei geeigneten Objekten die Hälfte der Sanierungskosten.

Abbildung 1.1: Massnahmen, die im Projekt gefördert werden (Quelle: [wieselundco.ch/bonus](http://wieselundco.ch/bonus))

## 2 Konzept der vorliegenden Wirkungskontrolle

Die vorliegende Wirkungskontrolle entspricht einer Synthese zwischen der Attraktivitätskontrolle ausgewählter Lebensraumaufwertungen und ergänzenden Datensätzen von Wiesel & Co am Zimmerberg. Folgende Hintergründe erklären die Wahl des gewählten Konzepts:

Gemäss dem Konzept von Müri und Weinberger (2013) besteht die Erfolgskontrolle aus der Umsetzungskontrolle, der Attraktivitätskontrolle sowie der Populationskontrolle. Diese Bestandteile können auch als drei unterschiedliche Ansätze verstanden werden, um den Erfolg eines Aufwertungsprojektes zu messen, und unterscheiden sich stark in ihrem Aufwand und ihrer Aussagekraft.

Die **Umsetzungskontrolle** stellt die einfachste Art dar, den Erfolg des Projektes zu messen. Dabei gilt es die Anzahl der realisierten Massnahmen bzw. deren Anteil an den geplanten Massnahmen zu bestimmen. Dieser Kennwert (z.B. "80% aller geplanten Massnahmen konnten umgesetzt werden") sagt jedoch wenig darüber aus, ob die umgesetzten Massnahmen auch zum gewünschten Erfolg (Stärkung der lokalen Wieselpopulation) beitragen. Werden Massnahmen ungünstig angelegt, sind sie für die Zielarten nicht nutzbar. Die Umsetzungskontrolle erfolgt in den Berichterstattungen, welche einsehbar sind unter: [wieselundco.ch/resultate](http://wieselundco.ch/resultate).

Am aufwändigsten ist die **Populationskontrolle**: Hier wird untersucht, ob sich die Population durch die umgesetzten Massnahmen günstig entwickelt hat. Eine solche Untersuchung hat die grösste Aussagekraft, da sie direkt die Kernfrage beantwortet. Jedoch unterliegen Hermelin- und Mauswieselpopulationen starken Schwankungen, die von externen Faktoren wie Witterung und Nahrungsverfügbarkeit abhängig sind. Um eine fundierte Aussage über die projektbedingte Populationsentwicklung machen zu können, wären Langzeitstudien vor und nach der Umsetzung nötig, was finanziell und logistisch einen unverhältnismässig hohen Aufwand bedeuten würde.

Bei der **Attraktivitätskontrolle** handelt es sich um einen Kompromiss zwischen Machbarkeit und Aussagekraft. Diese fokussiert auf die Frage, ob und wie häufig die erstellten Strukturen von den Zielarten genutzt wurden. Sie hat eine erheblich grössere Aussagekraft als diejenige der Umsetzungskontrolle, weil die Nutzung der Strukturen mitberücksichtigt wird. Die vorliegende Untersuchung verfolgt diesen Ansatz ("Attraktivitätskontrolle"). Dazu wurden zwei Erhebungen durchgeführt: Zum einen wurden **Asthaufen mit Spurentunneln**, zum anderen **Winterquartiere mit Fotofallen** beobachtet.

Die Resultate der Spurentunnel und Fotofallen geben nicht nur Aufschluss darüber, wie viele, sondern auch welche Strukturen wie oft (und von welchen Arten) besucht wurden. Eine Erhebung verschiedener Parameter von sehr gut und sehr schlecht frequentierten Asthaufen soll zudem Aufschlüsse über die Faktoren geben, was Strukturen für Wiesel & Co attraktiv machen.

Zusätzlich werden zwei weitere Datensätze von Seite Wiesel & Co am Zimmerberg beigezogen: Zum einen handelt es sich um Daten von spontan und unsystematisch durchgeführten Spurentunnel Erhebungen und zum anderen um Sichtungsmeldungen aus der Bevölkerung. Weitere Details dazu im nächsten Kapitel "Methode".

# 3 Methode

## 3.1 Übersicht

Die Attraktivitätskontrolle besteht aus der Beobachtung zweier verschiedener Massnahmentypen in jeweils zwei Zeitperioden. Ergänzend dazu liegen zwei Datensätze vor, die während der Projektdauer unter Einbezug von interessierten Laien erzeugt wurden (sogenannte Bürgerwissenschaften). Diese Erhebungen und Datensätze werden nachstehend beschrieben und sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst.

Bei **Erhebung 1** handelt es sich um eine systematische Kontrolle ausgewählter Asthaufen während zweier Jahre (2019 / 2020) über einen definierten Zeitraum. Diese Erhebungen wurden nach einheitlicher Vorgehensweise durchgeführt. Im gleichen Zeitraum wurden in **Erhebung 2** sogenannte Winterquartiere (siehe [wieselundco.ch/bonus](http://wieselundco.ch/bonus)), ebenfalls systematisch beobachtet. **Erhebung 3** ist eine Aufnahme und Beurteilung von 9 verschiedenen Merkmale von sehr gut sowie sehr schlecht besuchten Asthaufen.

Bei **Datensatz A** handelt es sich um die Resultate von spontan durchgeführten Kontrollen einzelner Asthaufen und Grossstrukturen mit Fotofallen und / oder Spurentunneln. Diese Kontrollen dienten unter anderem auch dazu, Freiwilligen, Naturschutzvereins-Mitgliedern sowie Schüler\*innen einen tieferen Einblick in das Projekt und dessen Ziele zu geben. Bei **Datensatz B** handelt es sich um Sichtungsmeldungen aus der Bevölkerung, die seit Projektbeginn über ein Onlinetool erfasst werden ([wieselundco.ch/sichtungskarte](http://wieselundco.ch/sichtungskarte)).

## 3.2 Erhebung 1: Attraktivitätskontrolle von Asthaufen mittels Spurentunneln

In diesem Ansatz sind 39 Asthaufen in zwei Jahren über einen Zeitraum von je 6 Wochen systematisch mit Spurentunneln untersucht worden. Die Untersuchungen fanden im Herbst 2019 sowie im Frühling 2020 statt (nähere Angaben siehe Abbildung 3.2). Details zu dieser Erhebungsmethode können aus King et al. (1977) entnommen werden.

Tabelle 3.1: Zusammenfassung der Ansätze, die für die Datenbeschaffung verfolgt wurden.

Bezeichnung	Strukturen	Zeitraum	Dauer	Methode	Anzahl
Erhebung 1	Asthaufen	Herbst '19 / Frühling '20	6 Wochen	Spurentunnel	39 Asthaufen
Erhebung 2	Winterquartiere	Herbst '19 / Frühling '20	6 Wochen	Fotofallen	11 Winterquartiere
Datensatz A	Asthaufen	2014 - 2019	Variabel	Spurentunnel / Fotofallen	32 Asthaufen
Datensatz B	Keine	2014 – dato	laufend	Beobachtungs-meldungen	> 500 Einzelbeobachtun-gen

### 3 Methode

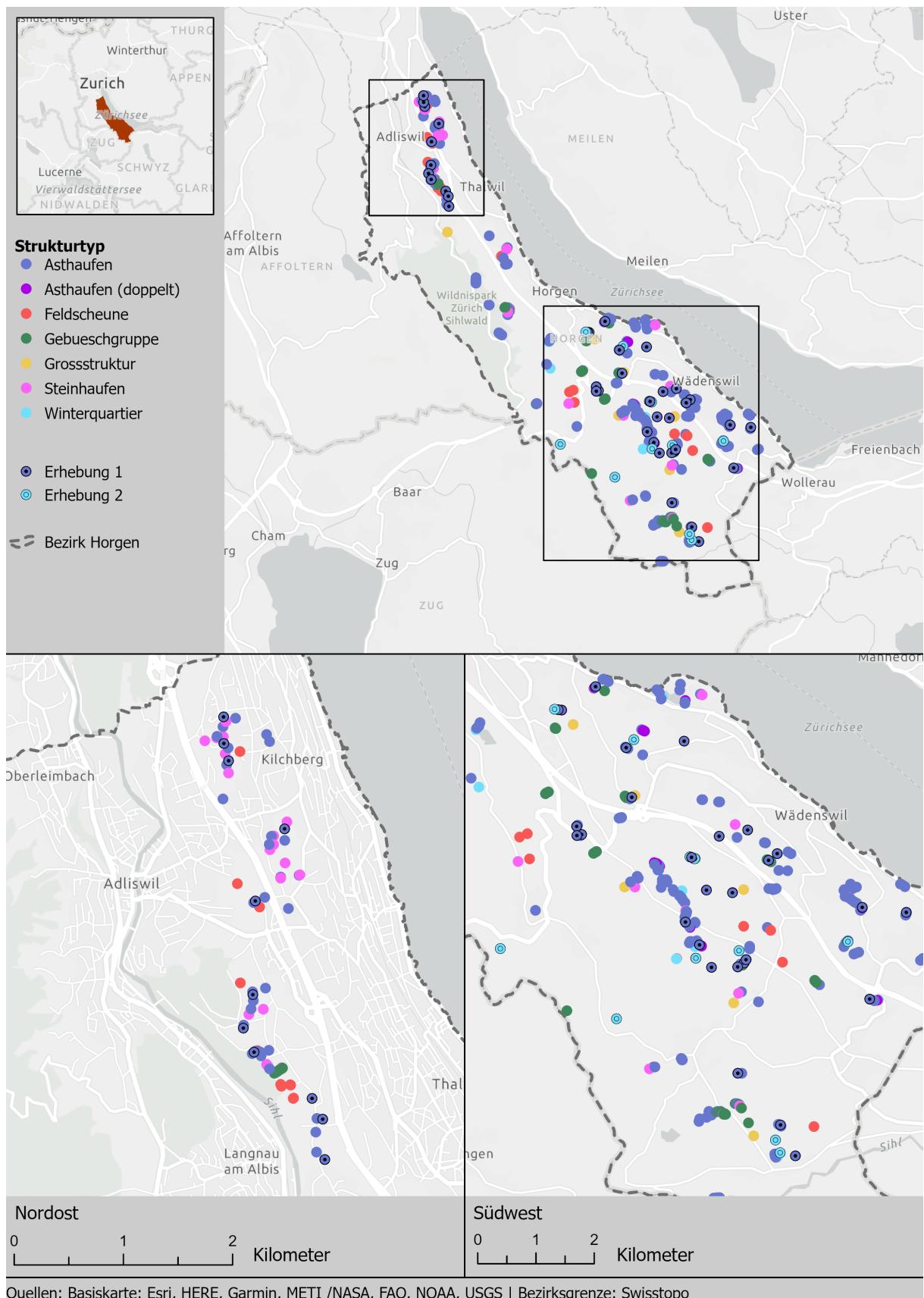


Abbildung 3.1: Perimeter des Projekts Wiesel und Co am Zimmerberg sowie der umgesetzten Massnahmen während der Projektdauer (Total ca. 450 Strukturen). Die untersuchten Asthaufen und Winterquartiere aus Erhebung 1 und 2 sind farblich markiert.

### 3 Methode

Von den 39 beobachteten Asthaufen liegen 11 im Nordwesten (Gemeinde Kilchberg) und 28 im Südosten (Gemeinde Wädenswil) des Bezirks Horgen (siehe Abbildung 3.1). Bei der Standortwahl wurde darauf geachtet, dass sie in der jeweiligen Region möglichst gut auf die Gesamtheit aller Standorte verteilt wurden. Ausserdem wurden Standorte bevorzugt, die wenig begangen werden, um das Risiko von Fremdmanipulationen zu reduzieren.

Die Kontrollen fanden wöchentlich und nach einheitlichem Schema statt (nach Anleitung von Müri et al., 2015). Die Spurentunnel wurden nach Möglichkeit mit der Öffnung von der Wetterseite abgewendet, um die Tinte der Witterung weniger auszusetzen. Zudem wurde bei Asthaufen an Wald- oder Heckenrändern die Tunnelöffnung immer zum Offenland ausgerichtet. Die Tintenkissen der Spuren-tunnel wurden beim Ausbringen der Tunnel getränkt und es wurde während der Dauer des Monitorings nach Bedarf Tinte nachgefüllt. Dabei wurden jeweils auch die Spurenpapiere ausgewechselt und die Struktur-ID, das Einlage- und Entnahmedatum, sowie die Laufrichtung notiert.

Um die Artbestimmung der erfassten Spuren sicherzustellen, erfolgte die Auswertung der Spuren-papiere durch Simon Capt vom CSCF, der viel Erfahrung in der Interpretation von Trittsiegeln besitzt (u.a. nationales Mustelidenmonitoring, Capt et al, 2010). Die Analyse der Resultate beschränkt sich auf die Zielarten Hermelin, Mauswiesel und Iltis.

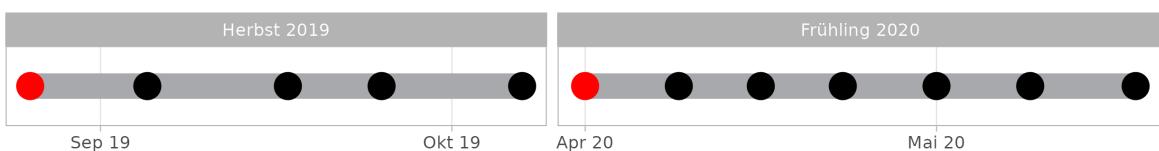


Abbildung 3.2: Visualisierung der Kontrollphase der beiden Erhebungsperioden. Der rote Punkt markiert das Ausbringen der Spurentunnel, die schwarzen Punkte stellen jeweils die Daten dar, an denen die Spuren-papiere ausgetauscht wurden. Aus logistischen Gründen wurden im Herbst 2019 nur 4 Kontrollgänge durchgeführt, was sich jedoch nicht auf die Resultate auswirken sollte.

### 3.3 Erhebung 2: Attraktivitätskontrolle von Winterquartieren mittels Fotofallen

Die Überwachung der Winterquartiere wurde während sechs Wochen zwischen dem 26.08.2019 und 06.10.2019 sowie zwischen dem 30.3.2020 und 10.04.2020 durchgeführt. Untersucht wurden 11 Winterquartiere (alle in der Region Südost, siehe Abbildung 3.1).

Zur Untersuchung der Winterquartiere wurden Fotofallen mit Infrarotblitz von Bushnell verwendet. Als Setup wurde pro Auslösung ein Foto, sowie ein Film von 5 bis 10 Sekunden aufgenommen. Die Kameras wurden an einem eigens dafür eingeschlagenen Pfosten montiert, ergänzt mit einem Informationsblatt für Passanten. Der Aufnahmewinkel wurde bestmöglich gewählt, um die Bewegungen direkt beim Winterquartier zu registrieren. Als Besuche gelten Erkundungen, die nicht zwingend ein Eindringen ins Winterquartier beinhalten müssen.

Zur Auswertung der Bild- und Videoaufnahmen wurden sämtliche Dateien einzeln durchgeschaut und alle gefundenen Tiergruppen (ausser Mäusen und Katzen) aufaddiert. Die nachfolgende Analyse der Zahlen beschränkt sich jedoch auf die Zielarten.

Tabelle 3.2: Merkmalsausprägung pro untersuchtes Kriterium.

Merkmal	0	1	2	3	4
Astmaterial	s. fein	fein	mittel	grob	s. grob
Volumen	s. klein	klein	mittel	gross	s. gross
Störung	s. gross	gross	mittel	klein	s. klein
Beuteangebot	s. klein	klein	mittel	gross	s. gross
Katzen	s. viel	viel	mittel	wenig	s. wenig
Andere Feinde	s. viel	viel	mittel	wenig	s. wenig
Benachbarte Kleinstrukturen	s. wenig	wenig	mittel	viel	s. viel
Benachbarte Korridore / Habitate	s. ungünstig	ungünstig	mittel	günstig	s. günstig
Pflege / Aufstockung	s. schlecht	schlecht	mittel	gut	s. gut

### 3.4 Erhebung 3: Ermittlung attraktivitätsfördernder Faktoren von Asthaufen

Es ist anzunehmen, dass die Nutzung von Kleinstrukturen durch Kleinraubtiere von gewissen Faktoren besonders stark beeinflusst wird. Um diese Annahme zu überprüfen wurden gemäss Erhebung 1, die 13 bestfrequentierten Asthaufen und 12 nicht frequentierte Asthaufen ausgewählt und im Feld aufgesucht. Jeder der 25 verschiedenen Asthaufen wurde auf 9 mutmasslich attraktivitätsbestimmende Faktoren untersucht und pro Faktor in eine von 5 Klassen eingeteilt (siehe nachstehende Tabelle).

Es ist zu beachten, dass fast alle Parameter keine exakt abgrenzbaren Klassengrenzen aufweisen. Die Erhebung kommt bei gewissen Parametern einer Schätzung gleich und die Beurteilung erfolgte aufgrund von Indizien: Die Nähe zu Wander routen ("Störung") oder Siedlungen ("Katzen"), die Sichtung von Maushaufen ("Beuteangebot") oder die Lebensraumqualität für grössere Prädatoren ("andere Fressfeinde"). Andere Faktoren können hingegen klarer beurteilt werden, wie zum Beispiel das Volumen oder das Astmaterial (grob 3.3 rechts bzw. fein 3.3 links).



Abbildung 3.3: Zwei Asthaufen mit unterschiedlichem Material: Grob (rechts) bzw. fein (links)

In der Erhebung der Asthaufen Eigenschaften ist bei einer relativ kleinen Stichprobe (25 Asthaufen) für jedes Merkmal zwischen einer relativ hohe Anzahl Kategorien (5 Stufen) unterschieden worden. Dies führt dazu, dass gewisse Merkmalausprägungen unterrepräsentiert sind (z.B. gibt es keine Asthaufen mit der Ausprägung *Astmaterial: sehr fein* oder *benachbarten Kleinstrukturen: sehr wenig*). Dieser Umstand erschwert das Erkennen von Effekten, deshalb werden die 5 Klassen in jeweils 2 Klassen zusammengefasst. Die ursprünglich mittlere Klasse (*mittel*) wird der jeweils kleineren Klasse zugewiesen in der Bemühung, die beiden neuen Klassen möglichst ausgewogen (gleich gross) zu halten. In Abbildung 3.4 sind die ursprünglichen sowie die neu gebildeten Klassen (farblich gekennzeichnet) ersichtlich.

### 3 Methode

Anzahl Asthaufen pro Merkmalsausprägung  
Ursprüngliche Klassen (neue Klassen farblich gekennzeichnet)

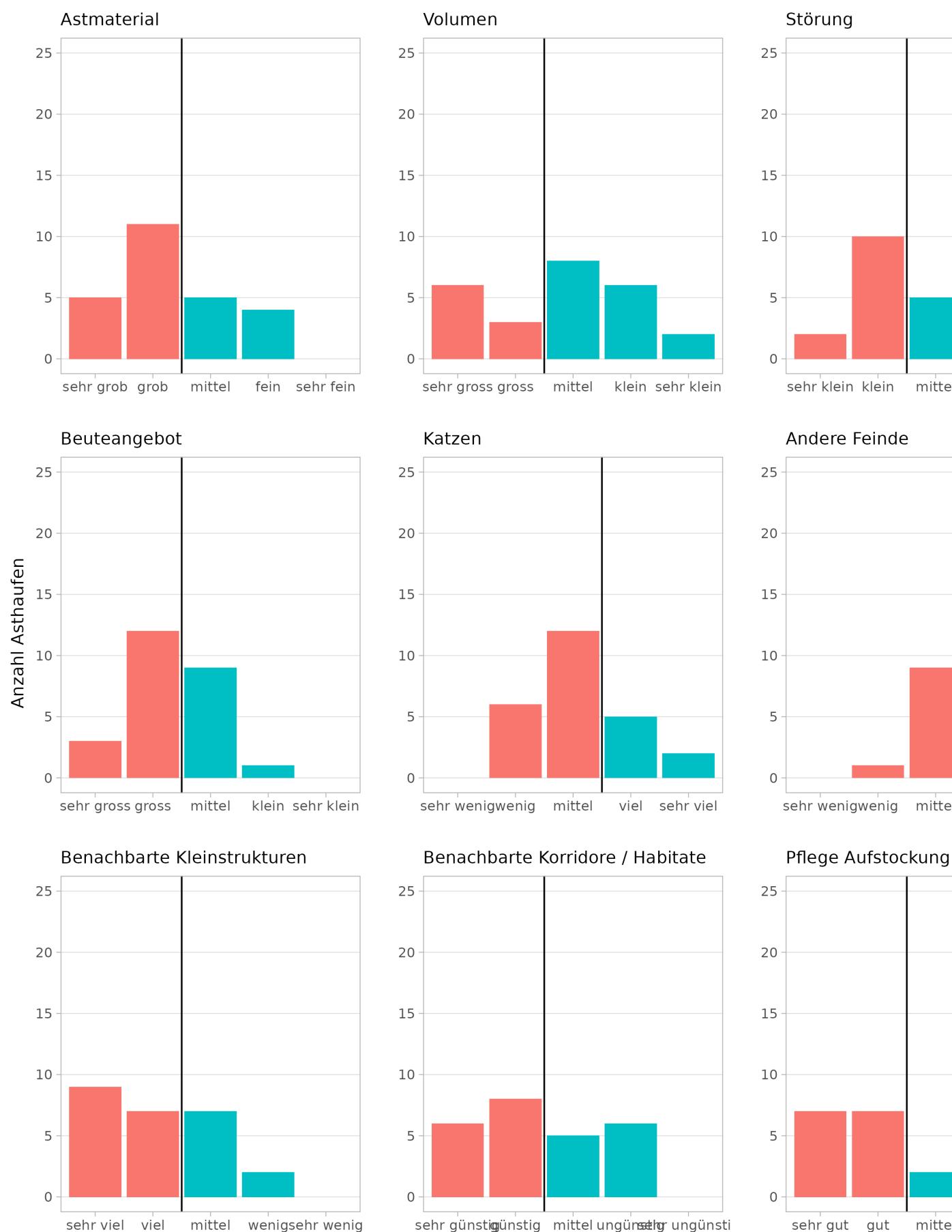


Abbildung 3.4: Reklassifizierung der Anzahl Asthaufen pro Merkmalsausprägung

### 3.5 Datensatz A: Unsystematische Attraktivitätskontrolle von Asthaufen

Im Datensatz werden alle 32 Asthaufen berücksichtigt, die unmittelbar nach der Erstellung im Rahmen von Aktionstagen mit Spuren tunnel ausgestattet und über einen variablen Zeitraum kontrolliert wurden (siehe Anhang C 7.3). In ca. 50% der Erhebungen wurden ergänzend Fotofallen eingesetzt. Die Erhebung dauerte in der Regel deutlich länger als 6 Wochen (höhere Detektionswahrscheinlichkeit), die Kontrollintervalle waren oft grösser als 2 Wochen (vermehrter Datenausfall). Die Beobachtung der Asthaufen verteilt sich über die Jahre 2014 bis 2019, wobei es 2016 zu einer Häufung kam. Es kam zu allen Jahreszeiten zu Kontrollaktivitäten, vermehrt im Frühling. Folgende Faktoren erschweren die Verwendung dieser Daten für einen Zielvergleich:

- die Kontrollen in der Kontrollphase (Dauer und Regelmässigkeit) wurden nicht einheitlich durchgeführt
- leere bzw. nicht auswertbare Spurenpapiere wurden nicht systematisch dokumentiert. Es ist nicht genau nachvollziehbar, wie intensiv eine Struktur beobachtet wurde. Der Nachweiserfolg kann somit nicht in den Kontext des Nachweisefforts gesetzt werden.
- die Auswahl der Standorte erfolgte vor allem aus praktischen Überlegungen (z.B. Interesse der Teilnehmenden an Aktionstagen)

Da der Datensatz mit beachtlichem Aufwand erhoben wurde, wird er in den vorliegenden Bericht integriert. Abbildung 3.5 zeigt, in welchen Kalenderwochen des jeweiligen Jahres für eine Struktur ein Spurenpapier ausgewechselt wurde. Dabei stellt jedes Quadrat eine Kalenderwoche einer Struktur dar und ist gelb eingefärbt, wenn ein Spurenpapier für die vorhergehenden Wochen ausgewertet werden konnte.

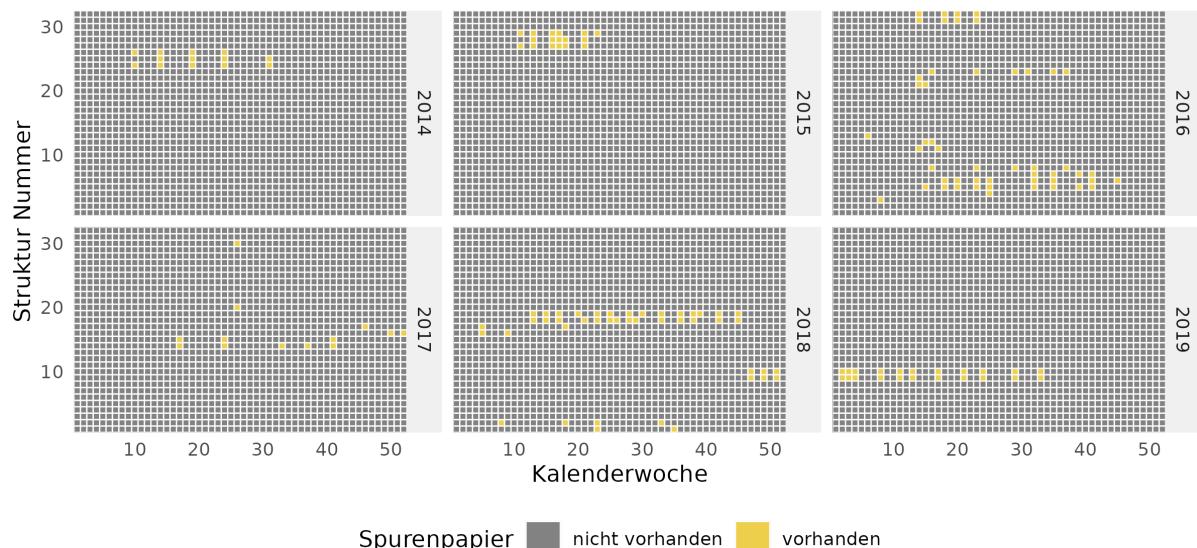


Abbildung 3.5: Visualisierung der fortlaufend kontrollierten Asthaufen (nach Ansatz 1). Jedes Quadrat stellt eine Kalenderwoche aus einem Jahr einer Struktur dar. Das Quadrat ist gelb eingefärbt, wenn in der entsprechenden Kalenderwoche ein Spurenpapier ausgewertet wurde.

### 3.6 Datensatz B: Beobachtungsmeldungen

Seit Anbeginn des Projekts wurde die örtliche Bevölkerung dazu aufgerufen, Beobachtungen von Kleinraubtieren über das eigens dafür eingerichtete Webtool zu melden. Meldungen wurden auch via einen Flyer sowie per Mail oder auch mündlich aufgenommen. Beobachtungsmeldungen wurden durch den Projektleiter (Stefan Keller) verifiziert und in “unsicher”, “plausibel” sowie “sicher” eingeteilt.

Auf diese Weise sind über 500 Meldungen zusammengetragen worden. Alle Meldungen, die über andere Kanäle als das Webtool erfasst wurden, sind vom Projektleiter gesammelt und periodisch in die Datenbank integriert worden. Diese erhielten als “Erfassungsdatum” jeweils das Datum dieser Überführung in die Datenbank, so sind im zeitlichen Verlauf der Meldungen deutliche Spitzen erkennbar (siehe Abbildung 3.6).

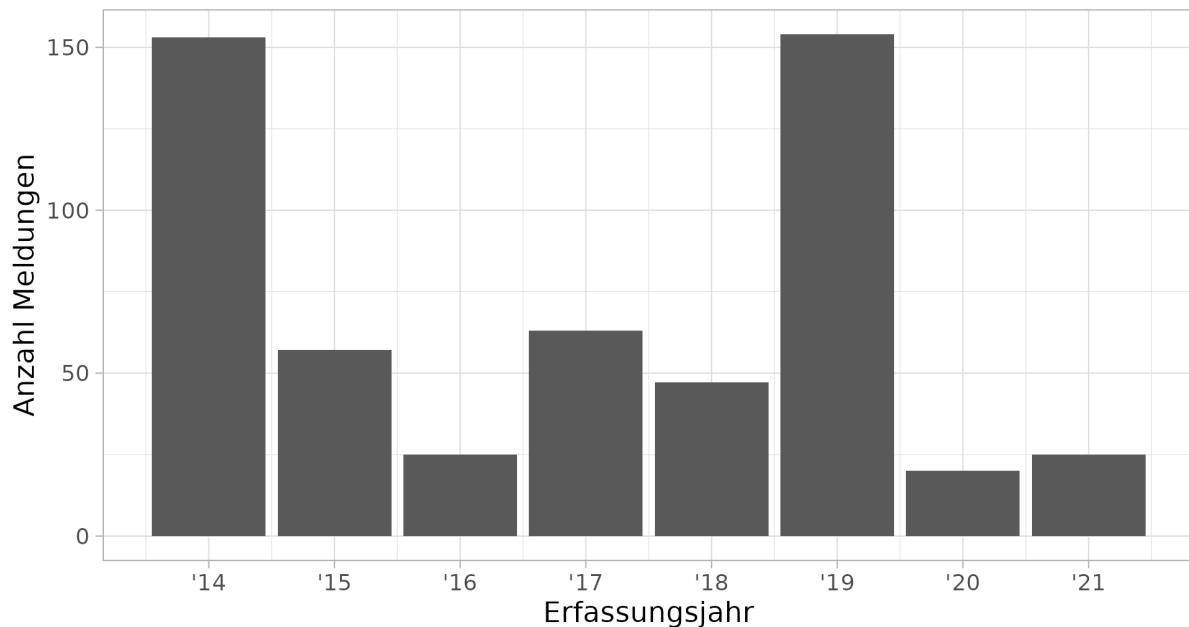


Abbildung 3.6: Anzahl gemeldete Beobachtungen pro Jahr, in dem die Meldung in die Datenbank eingetragen wurden. Die Spitzen sind hauptsächlich dadurch begründet, dass vorliegende Meldungen vom Projektleiter gesammelt und dann in der Datenbank erfasst wurden.

## 4 Resultate

### 4.1 Erhebung 1: Attraktivitätskontrolle von Asthaufen mittels Spurentunneln

Anhand der Spurenpapiere wurden im Herbst 2019 32 Einzelnachweise von Hermelinen, sowie 2 Einzelnachweise von Iltissen aufgezeichnet. Die dritte Zielart, das Mauswiesel, konnte an keinem Standort nachgewiesen werden. Im Frühling 2020 gab es 23 Einzelnachweise von Hermelinen, jedoch keine vom Iltis oder vom Mauswiesel. Aus den beiden Erhebungsperioden resultierten somit 55 Einzelnachweise vom Hermelin und zwei Einzelnachweise vom Iltis (siehe Abbildung 4.1).



Abbildung 4.1: Anzahl Einzelnachweise pro Zielart über beide Untersuchungsperioden (Herbst 2019 und Frühling 2020): Insgesamt wurde das Hermelin 55-mal, der Iltis 2-mal und das Mauswiesel gar nicht nachgewiesen.

Da es sich bei gewissen Nachweisen vermutlich um Mehrfachbeobachtungen des gleichen Individuums handelt, ist der Anteil an Strukturen mit mindestens einem Nachweis aussagekräftiger. Im Herbst 2019 konnte in 19 von 39 Asthaufen (49 %) mindestens eine Zielart nachgewiesen werden. In 18 von 39 Asthaufen (46 %) wurde das Hermelin detektiert, in 2 von 39 Asthaufen (5 %) der Iltis. Im Frühling 2020 wurde in 14 von 39 Asthaufen (36 %) eine Zielart detektiert, wobei es sich immer um Hermeline handelte (siehe Abbildung 4.2). Über beide Untersuchungsperioden hinweg konnte in 27 von 39 Asthaufen (69 %) mindestens eine Zielart detektiert werden.

### 4.2 Erhebung 2: Attraktivitätskontrolle von Winterquartieren mittels Fotofallen

Aus der Fotofallen-Überwachung der Winterquartiere resultierten 2019 an zwei Standorten Aufnahmen von Hermelinen, sowie an zwei Standorten von Iltissen (siehe Abbildung 4.5). Im Folgejahr (2020) gelangen Nachweise vom Hermelin an einem neuen Standort und vom Iltis an einem Standort mit Nachweis im Herbst 2019. Zusammenfassend über beide Jahre kann gesagt werden, dass in 5 von 11 untersuchten Winterquartieren (45%) mindestens eine Zielart festgestellt werden konnte (4 Hermelin- und 3 Iltis-Nachweise). Alle 3 Winterquartiere in Feldscheunen (sanierte Streuhütten) wiesen Nachweise auf (2 des Hermelins, 3 des Iltis). Jedes Winterquartier wurde von zahlreichen Tierarten genutzt: Dachse, Eichhörnchen, Füchse, Marder, Frösche, Vögel und Mäusen wurden von den Kameras abgelichtet.

#### 4 Resultate

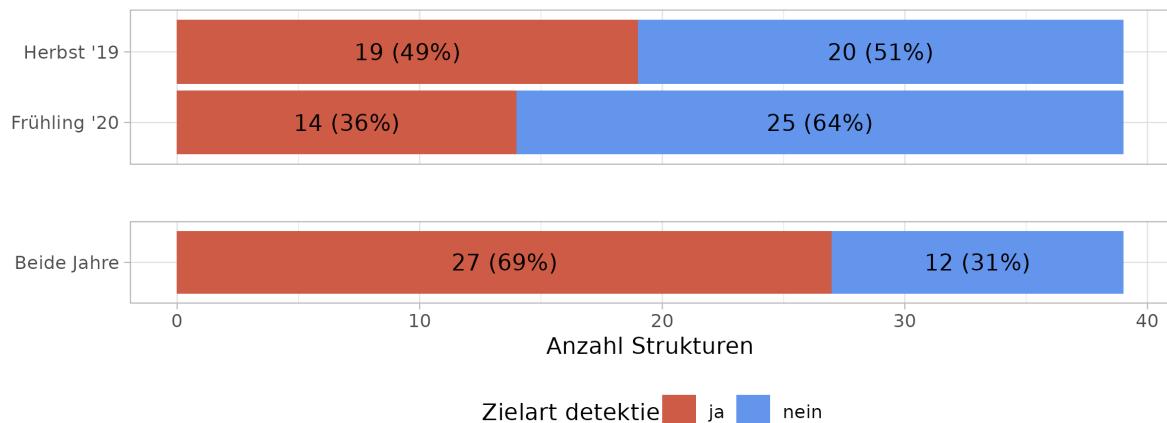


Abbildung 4.2: Anzahl sowie Anteil der untersuchten Asthaufen, in denen mindestens eine Zielart nachgewiesen werden konnte.



Abbildung 4.3: Ein Hermelin, welches einen im Projekt erstellten Asthaufen als Deckungsstruktur nutzt.



Abbildung 4.4: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: <https://youtu.be/4gVpcvPIrNA>

Die Daten der Standorte Str116 und Str198 konnten 2019 und die von Str12747 im Jahr 2020 nicht ausgewertet werden. Die Kameras an den genannten Standorten wiesen eine Fehlfunktion auf und erfassten so viele Bilder, dass eine Auswertung der Daten unverhältnismässig viel Zeit in Anspruch genommen hätte.

### 4.3 Erhebung 3: Ermittlung attraktivitätsfördernder Faktoren von Asthaufen

Die nachstehende Visualisierung (Abbildung 4.15) stellt die Anzahl Nachweise (y-Achse) der Beurteilung (x-Achse) für jeden Asthaufen (Punkte) sowie für jeden erhobenen Parameter (Teilplots) gegenüber. Visuell sind für die meisten Parameter keine klare Tendenzen ersichtlich. Die Ausnahme bildet der Parameter "Astmaterial", wo folgende Tendenz ersichtlich zu sein scheint: Je größer das Astmaterial, desto mehr Nachweise (überwiegend Hermeline).

Um den Einfluss der erhobenen Parameter auf die Nachweise statistisch zu prüfen, wurden verschiedene Verfahren angewendet.

1. Logistische Regression in zwei Varianten (*Binomial* und *Poisson*): Hier wird überprüft, welche Faktoren Einfluss darauf haben, ob ein Asthaufen überhaupt besucht wird (*Binomial*) bzw. wie häufig er besucht wird (*Poisson*).
2. Zero-Inflation-Modell: Hier wird mitberücksichtigt, dass viele 0 Werte (keine Nachweise) festgestellt wurden.
3. Lineare Regression (OLS)
4. Fishers Exakt Test

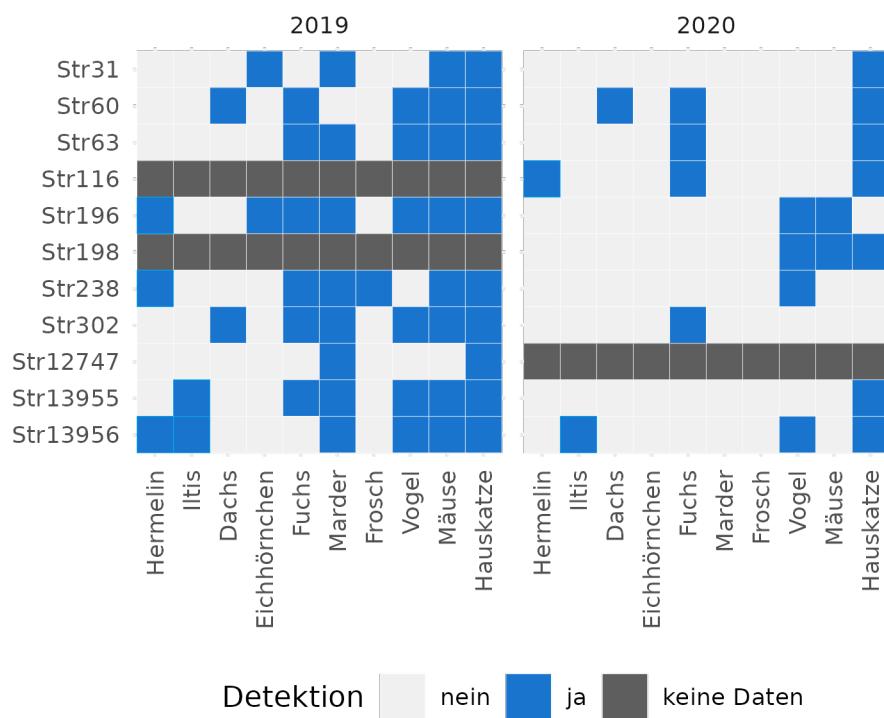


Abbildung 4.5: Zusammenfassung der Resultate aus der Überwachung der Winterquartiere mit sämtlichen Tierarten

#### 4 Resultate



Abbildung 4.6: Bilderserien zeugen davon, dass die Winterquartiere von den Zielarten genutzt werden.  
Das Hermelin im Bild nutzt das kleine Schlupfloch und erkundet den geschützten Hohlräum, der durch die Anordnung der Strohballen besteht (Str. 238)



Abbildung 4.7: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: <https://youtu.be/YomCsyl0Bs>

Über alle Verfahren hinweg kommt zum Ausdruck, dass nur der Faktor *Asthaufen* ein Einfluss auf das Hermelinvorkommen hat: **Bei Asthaufen mit grobem Astmaterial ist ein Nachweis wahrscheinlicher als bei Asthaufen mit feinem Astmaterial.**

An dieser Stelle zeigen wir das Resultat nur einer solchen statistischen Modellierung: Eine logistische Regression des Typs *Binomial*, unter der Berücksichtigung korrelierter Faktoren. Dieses Modell zeigt, dass *Astmaterial* einen signifikaten Einfluss ( $p < 5\%$ ) auf das Hermelinvorkommen hat. Die Resultate der restlichen Modelle sind in Anhang 7.7 ersichtlich.

```
##
## Call:
## glm(formula = nachweise_bool ~ astmaterial + storung + beute_angebot,
##       family = "binomial", data = .)
##
## Deviance Residuals:
##      Min        1Q        Median        3Q        Max
## -2.2826   -0.5107    0.3918    0.7716    1.6545
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept) -0.4559    0.6373  -0.715   0.4744
## astmaterial.L -2.5480    1.0266  -2.482   0.0131 *
## storung.L    -1.0388    0.8831  -1.176   0.2395
## beute_angebot.L  0.6336    0.7624   0.831   0.4059
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```



Abbildung 4.8: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: <https://youtu.be/ttv-LHkzc18>

```
## 
## (Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
## 
##     Null deviance: 34.617  on 24  degrees of freedom
## Residual deviance: 21.972  on 21  degrees of freedom
## AIC: 29.972
## 
## Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

#### 4.4 Datensatz A: Unsystematische Attraktivitätskontrolle von Asthaufen

In den insgesamt 32 beobachteten Asthaufen konnte das Hermelin 51 und der Iltis 23-mal nachgewiesen werden (siehe Abbildung 4.16): Wie schon in der systematischen Wirkungskontrolle, konnte auch in dieser Erhebung das Mauswiesel nicht nachgewiesen werden. Dafür wurde der Iltis einiges häufiger detektiert; in der systematischen Wirkungskontrolle konnten nur zwei Iltisnachweise erbracht werden.

Wie bereits erwähnt, kann es sich bei den Einzelnachweisen oft um Mehrfachnachweise des gleichen Individuums handeln. Es ist deshalb sinnvoll, auch den Anteil der Asthaufen mit Nachweisen der Zielart denjenigen ohne Detektion gegenüber zu stellen: In 25 der 32 Asthaufen (78%) konnte mindestens eine der Zielarten festgestellt werden. In 18 Fällen (60%) konnte das Hermelin nachgewiesen werden, in 8 Fällen (36%) der Iltis. In keinem Fall konnte das Mauswiesel in einem Asthaufen nachgewiesen werden.

#### 4 Resultate



Abbildung 4.9: Der Iltis, der meist dämmerungs- und nachtaktiv ist, wurde an einem Winterquartier auch tagsüber (12:50 Uhr, siehe Zeitstempel im Bild) detektiert (Str.13956)



Abbildung 4.10: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: [https://youtu.be/O5la\\_63\\_u\\_w](https://youtu.be/O5la_63_u_w)

## 4.5 Datensatz B: Beobachtungsmeldungen

Von den 555 Meldungen, die im Projekt gesammelt wurden, handelt es sich bei 546 um Meldungen der Zielarten Hermelin, Iltis und Mauswiesel. Davon wurden 506 Meldungen vom Projektleiter als "plausibel" bzw. "sicher" eingestuft und davon wiederum liegen 428 Meldungen innerhalb des Projektperimeters, dem Bezirk Horgen (siehe Abbildung 4.18).

Ganz grundsätzlich muss betont werden, dass die Interpretation dieser Meldungen mit einer gewissen Vorsicht erfolgen muss. Es handelt sich um ein Produkt aus einem "Citizen Science" Ansatz, und wie immer liefern solche Datenerzeugnisse ein verzerrtes Bild der Realität. Die Verzerrung entsteht, weil die Meldungen nicht systematisch erfasst und unterschiedliche Räume ungleich intensiv beobachtet werden. Ein Hermelin in einem stark frequentierten und offenen Gebiet wird wahrscheinlicher beobachtet als ein Tier in einer schlecht frequentierten, strukturreichen Landschaft. Zudem ist davon auszugehen, dass es sich bei sehr dicht beieinanderliegenden Meldungen um Mehrfachmeldungen des gleichen Tiers (womöglich durch den gleichen Beobachter) handelt.

Die grösste Unsicherheit in Bezug auf ihre Plausibilität besteht bei den Mauswiesel-Sichtungsmeldungen. Die Tierart ist für Laien kaum vom Hermelin zu unterscheiden. Während lediglich 1.1 % der Hermelin- und 3.4 % der Iltismeldungen als "unsicher" eingestuft werden, fallen 53.1% aller Mauswiesel-Sichtungsmeldungen in diese Kategorie. So liegen lediglich 23 verwertbare Mauswiesel-Meldungen vor.

Das Hermelin konnte weitestgehend im ganzen Bezirk beobachtet werden, so auch in stark fragmentierten und dicht besiedelten Kulturländern der Gemeinde Kilchberg und der Halbinsel Au (siehe Abbildung 4.19). Deutliche Häufungen von Meldungen sind aber in den weniger verbauten Landschaften wie Horgenberg, Hirzel und Schönenberg zu verzeichnen. Weitestgehend ohne Meldungen



Abbildung 4.11: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: <https://youtu.be/VCjIpFX3TO0>

sind die Siedlungsgebiete sowie der Sihlwald und das Gemeindegebiet Hütten. Während das Fehlen in Siedlungsgebieten und grösseren Waldflächen ökologisch bedingt ist, ist das Ausbleiben von Meldungen in der Gemeinde Hütten mit grösster Wahrscheinlichkeit ein Artefakt davon, dass in Hütten weniger intensiv beobachtet und gemeldet wird.

Deutlich weniger Sichtungsmeldungen sind zum Iltis eingegangen. Dies wiederspiegelt einerseits die tiefere Anzahl Individuen im Vergleich zur Hermelinpopulation, ist aber auch mit Sicherheit der Lebensweise dieser Tierart geschuldet: Als dämmerungs- und nachtaktives Tier, welches sich auch gerne im Waldrandbereich aufhält, ist der Iltis seltener zu beobachten als das Hermelin.

Scheinbar willkürlich verteilt sind die Meldungen von Mauswieselsichtungen. Diese sind über den ganzen Bezirk verteilt und ebenfalls nicht auf ein bestimmtes Gebiet konzentriert. Auch zahlenmässig wurde das Mauswiesel sehr viel seltener gesehen als das Hermelin. Dies hängt einerseits sicher mit der erwähnten Schwierigkeit zusammen, Mauswiesel zu beobachten und diese zuverlässig von Hermelinen zu unterscheiden. Es kann aber zusätzlich davon ausgegangen werden, dass die Mauswieselpopulation im Bezirk eher klein und fragil ist.



Abbildung 4.12: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: <https://youtu.be/VCjlpx3TO0>



Abbildung 4.13: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: <https://youtu.be/Hi7ddE5r7B4>



Abbildung 4.14: Der Video ist in voller Länge hier abgespeichert: <https://youtu.be/lSg0ZA5Fvgo>

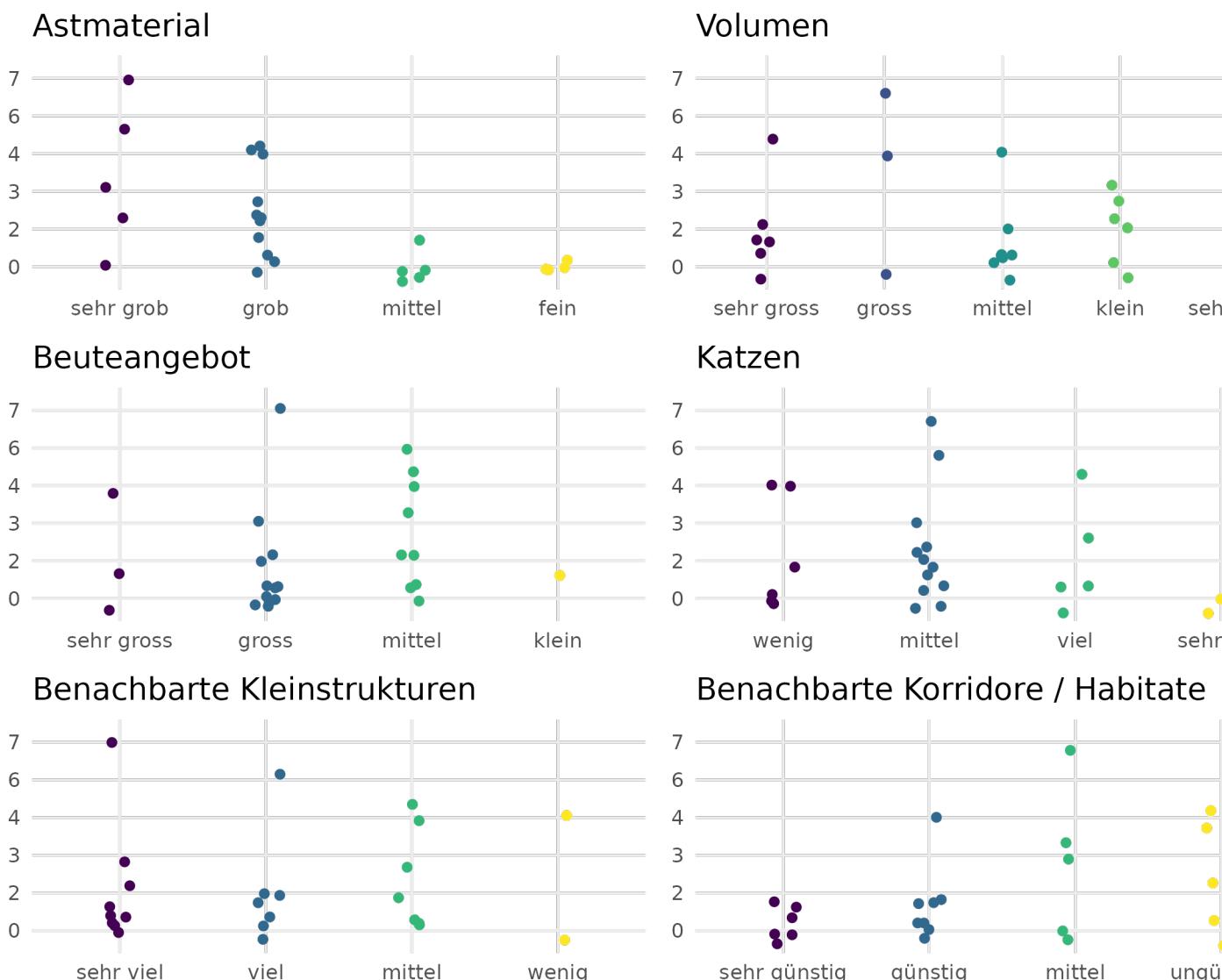


Abbildung 4.15: Anzahl Nachweise pro Asthaufen und Merkmalsausprägung. Jeder Punkt stellt einen Asthaufen dar, auf jedem Teilplot sind somit 25 Punkte ersichtlich. Die Punkte sind zudem leicht "geschüttelt" damit sich die Punkte nicht überlagern.

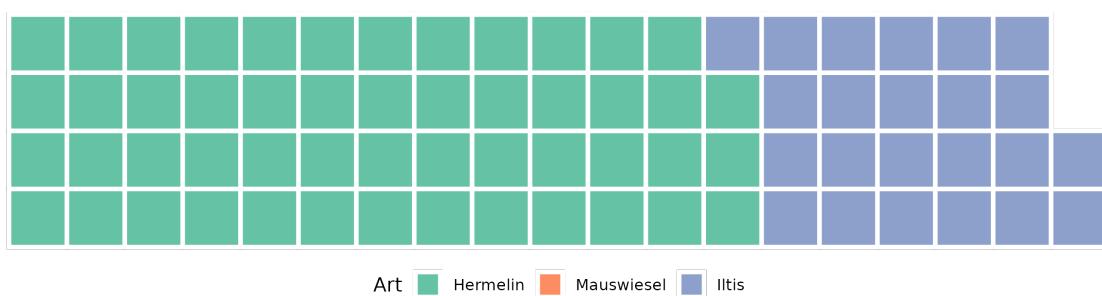


Abbildung 4.16: Zusammenstellung aller Einelnachweise der Zielarten Hermelin (51 Nachweise), Iltis (23 Nachweise) sowie Mauswiesel (keine Nachweise).

#### 4 Resultate

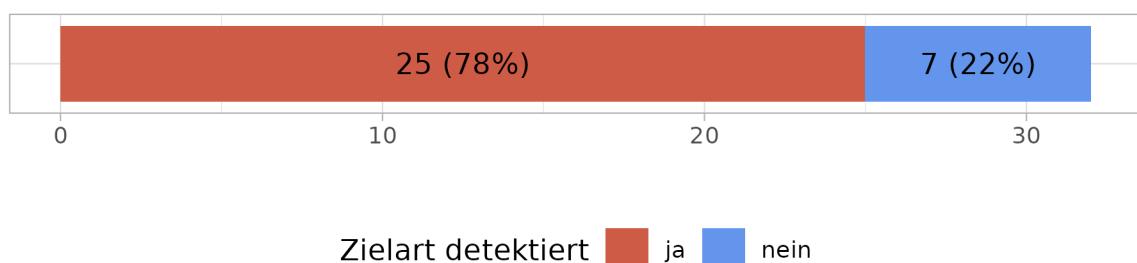


Abbildung 4.17: Anteil der Strukturen, bei dem mindestens eine Zielart nachgewiesen werden konnte.

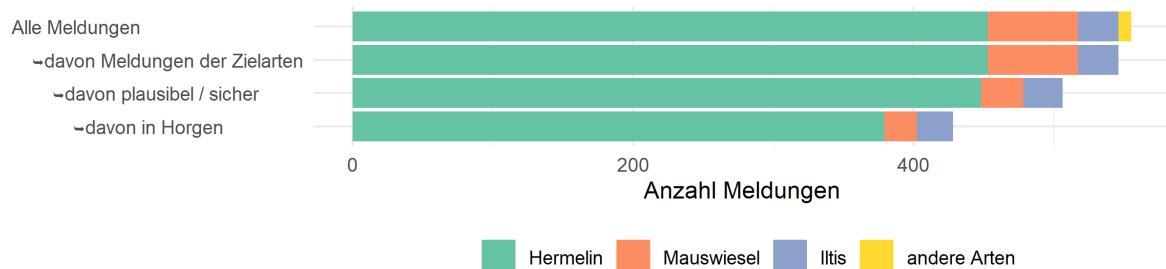


Abbildung 4.18: Von den 555 Meldungen, die seit Projektbeginn eingetroffen sind, handelt es sich bei 546 Meldungen um die Zielarten, davon können 506 Meldungen als "plausibel" bzw. "sicher" eingestuft werden. Von diesen Meldungen liegen 428 innerhalb des Bezirks Horgen.

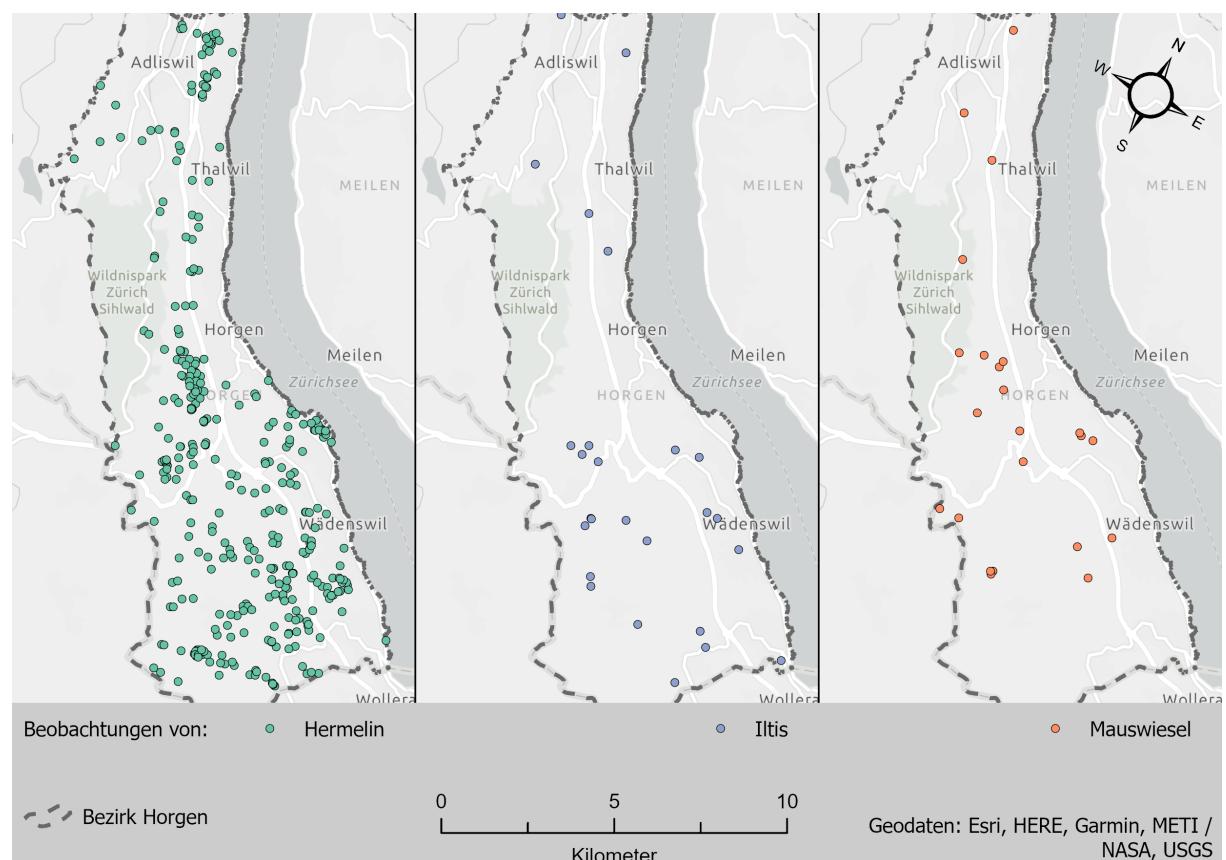


Abbildung 4.19: Beobachtungsmeldungen der Zielarten Hermelin, Iltis und Mauswiesel im Bezirk Horgen.

# 5 Diskussion und Fazit

## 5.1 Vergleich mit den Zielsetzungen von WIN Wieselnetz

Müri und Weinberger (2015) legen für Projekte im Rahmen von "Wiesellandschaft Schweiz" der Stiftung WIN Wieselnetz Ziele fest, um Erfolgskontrollen quantitativ messen zu können. Dabei wird davon ausgegangen, dass Spurentunnel jeweils beködert werden. Sollte diese Beköderung nicht stattfinden, müssten die Ziele gemäss dem Bericht "nach unten angepasst werden" (Müri und Weinberger, 2014).

In der vorliegenden Untersuchung wurde auf eine Beköderung verzichtet. In diesem Sinne wurden die Ziele für die vorliegende Wirkungskontrolle folgendermassen adaptiert: Anstatt dass die Ziele für jedes Jahr getrennt beurteilt werden, werden die Daten aus beiden Jahren zusammen geführt und über beide Jahre beurteilt (siehe Tabelle 5.1). Dieser Ansatz trägt auch den starken Schwankungen in den Wieselpopulationen Rechnung.

Der Zielvergleich fällt folgendermassen aus: Ein Ziel wurde erreicht (Ziel 3), drei Ziele wurden teils erreicht (Ziel 1, 2 und 5) und ein weiteres Ziel konnte nicht erreicht werden (Ziel 4). Grund für die Nicht- bzw. Teilerreichung der Ziele 1 und 4 ist das Fehlen von Mauswieselnachweisen in Erhebung 1 (Systematische Beobachtung der Asthaufen). Dabei ist jedoch zu betonen, dass der Nachweis bei kleinen, fragilen Populationen ungleich schwieriger zu erbringen ist als in Gebieten mit höherem Mauswiesel Vorkommen. Das Projekt hat, insbesondere in der kurzen Laufzeit, nur einen kleinen Einfluss auf die Mauswiesel-Populationsstärke. In diesem Sinne ist das Teilerreichen der Ziele 1 und 5 nicht durch Fehler im Projekt zu erklären, sondern vielmehr eine ökologische Gegebenheit.

## 5.2 Nachweisquote im Vergleich mit anderen Studien

Der Austausch mit Projektleitern und Ökologen anderer Wieselprojekte in der Schweiz zeigt, dass die gesetzten Nachweisziele von WIN Wieselnetz (Tabelle 5.1) sehr hoch gesteckt sind. Aus diesem Grund wurden die Resultate anderer Studien zusammengetragen und in Abbildung 5.1 visualisiert. Dargestellt sind die "Nachweiserfolge" von verschiedenen Studien, definiert als der Anteil der Spurentunnel, die mindestens einen Hermelinnachweis erbracht haben. Die Abbildung macht deutlich, dass die vorliegende Studie einen sehr hohen Nachweiserfolg zu verzeichnen hat. Der Anteil der Spurentunnel mit Hermelinnachweisen im Vergleich zur totalen Anzahl eingesetzter Spurentunnel ist ausserordentlich hoch und liegt bei 49 % (2019) bzw. 36 % (2020). Das Ergebnis der unsystematischen Wirkungskontrolle (Datensatz A, siehe @ref(datensatz-a-unsystematische-ataktivitätskontrolle-von-asthaufen-1)) hebt sich noch stärker von anderen Untersuchungen ab, wobei die methodischen Eigenschaften (insbesondere die langen Kontrollperioden) die Vergleichbarkeit einschränken.

Eine Erklärungsmöglichkeit für die hohen Nachweisquoten ist die grosse Dichte an Schermäusen, welche eine vorzügliche Nahrungsgrundlage für Hermeline (und Mauswiesel) bilden. Die hinzukommenden Kleinstrukturen in der streckenweise strukturarmen Zimmerberglandschaft üben eine starke Anziehungskraft aus. Wären viele andere Kleinstrukturen vorhanden, könnte der Nachweiserfolg kleiner sein, auch wenn zugleich die Hermelinpopulation grösser wäre.

## 5 Diskussion und Fazit

Tabelle 5.1: Zieldefinition in Anlehnung an Müri und Weinberger (2014) sowie ihre Beurteilung und Bemerkungen.

Nr	Zieldefinition	Beurteilung	Bemerkung
1	In jedem Populationsraum sollen zu jeder Kontrollperiode Mauswiesel und Hermelin nachgewiesen werden.	● ● ○	Es konnten zwar Hermeline, aber keine Mauswiesel nachgewiesen werden.
2	Mind. 50 % der aufgewerteten Kleinstrukturen sollen von Wieseln (Hermelin oder Mauswiesel) begangen werden.	● ● ○	Bei getrennter Betrachtung der Jahre: 49 % resp. 36 %. Kumulativ über beide Jahre: knapp 70 %
3	In mind. 75 % der untersuchten Patches des Populationsraums sollen Nachweise von Hermelinen erbracht werden.	○ ○ ○	In 10 von 11 untersuchten Patches (91 %) konnten Nachweise von Hermelinen erbracht werden.
4	In mind. 25 % der untersuchten Patches des Populationsraums sollen Nachweise von Mauswieseln erbracht werden.	● ● ○	Es konnten keine Mauswiesel nachgewiesen werden.
5	In jeder untersuchten Verbindungsachse sollen mindestens einmal pro Jahr Wiesel (mindestens Hermeline) nachgewiesen werden.	● ● ○	Gemäss Datensatz A konnten auf 4 von 5 kontrollierten Korridoren Nachweise von Hermelin und Iltis gemacht werden

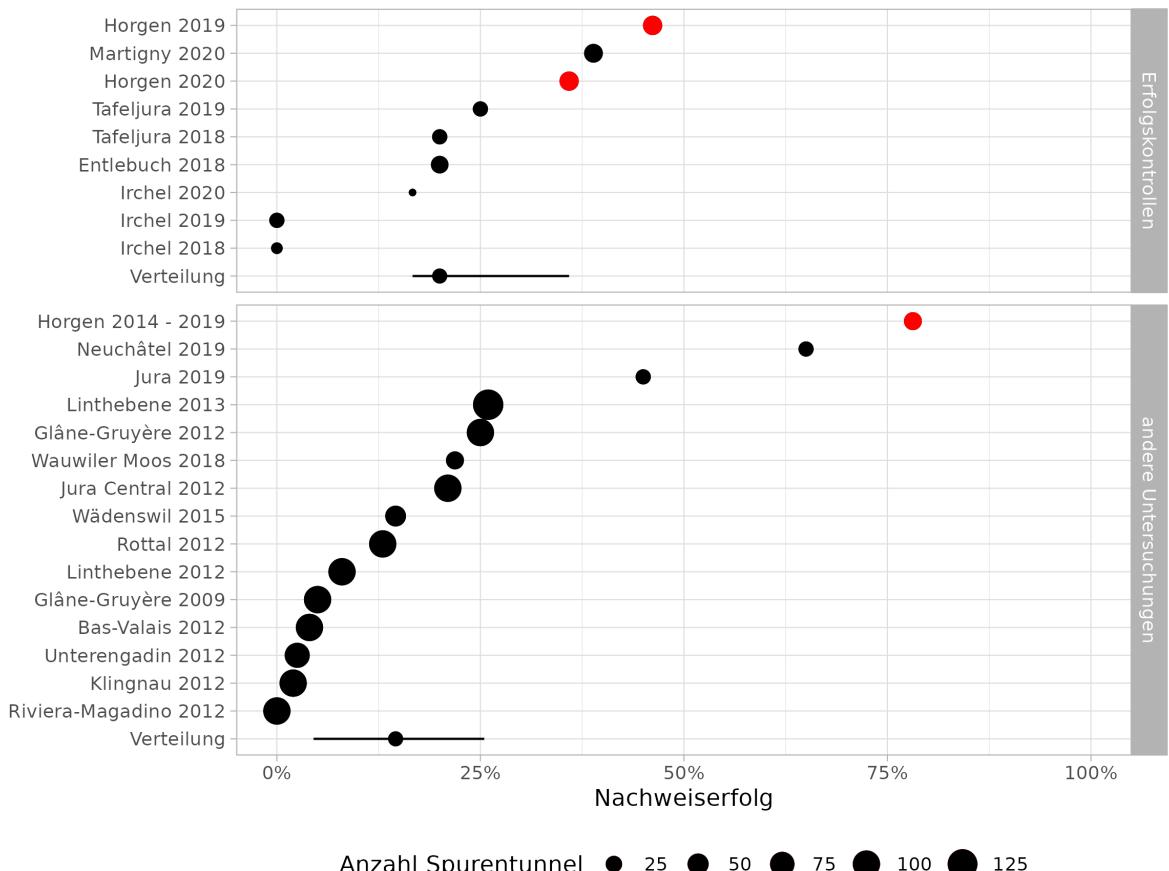


Abbildung 5.1: Der Nachweiserfolg aus Spurentunneluntersuchungen anderer Studien (für Quellenangaben siehe Anhang 7.1)

Tabelle 5.2: Summe der Nachweise je Zielart in Erhebung 1 (Asthaufen) und 2 (Winterquartiere)

Typ	Hermelin	Iltis	Mauswiesel
Asthaufen	55	2	0
Winterquartiere	4	3	0

## 5.3 Interpretation der Nachweiszahlen

### 5.3.1 Hermelin vs. Mauswiesel

Die Nachweiszahlen zeigen, dass das Hermelin am Zimmerberg die deutlich häufigste der drei Zielarten ist. Datensatz B zeigt bei den Beobachtungsmeldungen ca. ein Verhältnis von 1 Mauswiesel und 1 Iltis auf 20 Hermeline. Gegenüber 59 Hermelinnachweisen während der Wirkungskontrolle wurde der Iltis 5 Mal nachgewiesen und das Mauswiesel wurde nur 1 Mal mit Spurentunnel ausserhalb der regulären Wirkungskontrolle festgestellt.

Bei vergleichbaren Wirkungskontrollen ist nach Meinung von Experten ein Nachweisverhältnis von 1 Mauswiesel auf 5 Hermeline für die Schweiz durchschnittlich (Simon Capt mündliche Mitteilung). Zwei Gründe könnten für das Mauswiesel ungünstigere Verhältnisse verantwortlich sein.

- **Dominanz des Hermelin aufgrund der idealen Nahrungsgrundlage:** Die grossen Schermausbestände in der grünlandbasierten Zimmerberglandschaft sind vom Hermelin effizient zu bejagen. Das schwächere Mauswiesel zieht sich bei Anwesenheit des Hermelins an Orte mit kleineren Wühlmausarten zurück, die sich vor allem auf Nischenvorkommen wie Feuchtgebieten, kleinräumigen Halboffenlandschaften etc. beschränken.
- **Benachteiligung des Mauswiesels durch mangelnde Kleinräumigkeit bzw. Vernetzung:** Das Mauswiesel hat einen kleineren Aktionsradius und die vorherrschende Lebensraumqualität erschwert ihm auf kleinem Raum zugleich geeignete Nahrung, genügend Deckung und funktionale Vernetzungskorridore zu finden. Gleichzeitig dürfte es gegenüber dem Hermelin noch anfälliger gegenüber Katzen und anderen Feinden sein.

Diese Gründe sind allerdings mit einiger Unsicherheit belegt, und auch nach Durchführung des Projekts ist über die Populationsdynamik im Bezirk Horgen nicht viel bekannt. Das Projekt hat aber einige sichere Mauswiesel-Beobachtungen hervorgebracht und zur Weiterentwicklung effektiverer Methoden für den Nachweis von Mauswieseln und anderen Kleinsäugern beigetragen (siehe zhaw.ch/iunr/tubecam und wieselundco.ch/wissenschaft).

### 5.3.2 Iltis

Bei den Iltisnachweisen fällt auf, dass diese in 3 von 5 Fällen von Winterquartieren in Streuhütten stammen. Es bestätigt sich also, dass dieser Massnahmentyp hauptsächlich dem Iltis zu Gute kommt. Wahrscheinlich einerseits aufgrund der Bindung an Feuchtlebensräume und andererseits wegen des vorzüglichen Witterungsschutzes solcher Objekte. Insofern kann mit den Winterquartieren ein Beitrag zur Iltisförderung geleistet werden, die durch Weber (1989) inspiriert wurde.

## 5.4 Erkenntnisse für die Anlagen von Asthaufen

Interessant ist die Erkenntnis, dass grobes Material bei Holzstrukturen die Attraktivität zu fördern scheint. Nebst der guten Zugänglichkeit dürfte ein weiterer Grund die vorteilhafte Bekletterbarkeit und damit die Ermöglichung des räumlichen Überblicks zur Feindvermeidung sein. Idealerweise wird ein

Asthaufen von Beginn weg aus grobem, massivem Material wie Wurzelstöcken, Stamm- und Stangenholz aufgebaut - bestenfalls aus beständigen Holzarten. Denn die realisierten Asthaufen sollen auch möglichst lange bestehen. Zu bedenken ist, dass selbst voluminöse Asthaufen innert weniger Jahren stark zerfallen, sofern sie aus Weichholz aufgebaut werden. Diesem Zerfall kann mit einer periodischen Aufstockung begegnet werden. Um die Nachhaltigkeit zu fördern, wurde das Knowhow mit persönlicher Beratung und anlässlich Dutzender Aktionstage interessierten Landwirtinnen und weiteren interessierten Personen vermittelt. Zudem gaben die zweijährlich wiederkehrenden Vergütungen Anreiz für Pflegemassnahmen.



Abbildung 5.2: Die Analyse der Daten aus Erhebung 3 zeigt, dass ein Nachweis von den Zielarten bei jenen Asthaufen wahrscheinlicher ist, die aus grobem Astmaterial aufgebaut sind.

## 5.5 Fazit und Ausblick

Es muss davon ausgegangen werden, dass die sich immer mehr ausbreitende "Normallandschaft" im Schweizer Mittelland nicht nur bei Artengruppen wie Vögeln, sondern auch bei Kleinraubtieren die Generalisten gegenüber den Spezialisten begünstigt. So könnte das im Mittelland ohnehin seltener Mauswiesel zukünftig grossräumig in seiner Existenz gefährdet sein. Es scheint, dass eine kleinräumigere Landschaft mit einer extensiver betriebenen Landwirtschaft den Bestand des Mauswiesel gegenüber jenem des Hermelins vergrössern könnte. Davon würde dank verbesserten Deckungsmöglichkeiten und Nahrungsgrundlagen wahrscheinlich auch der Iltis profitieren.

Dahingehende Fördermassnahmen, die im Rahmen des Projektes realisiert wurden, werden von zwei der drei Zielarten nachweislich stark frequentiert. Diese Tatsache wiederspiegelt die sinnvolle Planung und Umsetzung der Strukturen. Es existieren nach unserem Wissen wenige Projekte in der Schweiz, die eine solch hohe Anzahl an Asthaufen zur Förderung von Kleinraubtieren realisierten.

Das Projekt Wiesel & Co am Zimmerberg hat einen nennenswerten Beitrag zur Förderung der Tierarten im Bezirk Horgen geleistet. In sozialer Hinsicht ist es der Trägerschaft gelungen, die Kräfte aller lokalen Naturschutzvereine zu bündeln und den Kontakt zu zahlreichen Landwirten\*innen, Jäger\*innen, Förster\*innen, Schulklassen und Freiwilligen zu finden und die Sensibilisierung für die Zielarten zu fördern. Aus ökologischer Hinsicht ist die Umsetzung einer beachtlichen Anzahl von Aufwertungsmassnahmen gelungen, welche nachweislich durch zwei der drei im Projekt definierten Zielarten genutzt wurden.

## *5 Diskussion und Fazit*

Für eine langfristige Sicherstellung von Naturschutzmassnahmen ist die Projektträgerschaft bemüht, das Projekt nach Abschluss in eine langfristige, breit abgestützte Form zu überführen. Dazu wurde 2020 die Initiative Naturnetz Zimmerberg lanciert.

## 6 Literaturverzeichnis

- Blant, M. (2019): Biodiversité et rongeurs module 2: Suivi des populations de petits carnivores, paysage diversifié versus paysage pauvre - Rapport final novembre 2019. Unveröffentlichter Projektbericht.
- Boschi, C und Krummenacher, J (2018): Fördermassnahmen für Wiesel im Landwirtschaftsgebiet - Ein Ansatz zur Erhaltung der Biodiversität und zur Reduktion von Wühlmausschäden im Wiesland. WIN Wieselnetz und Agrofutura (Hrsg.) (download)
- Capt, S. und Marchesi, P. (2010): Rapport du projet pilote 2009 - Koordination des Pilotprojets und der Vorbereitungen zu einem schweizweiten Musteliden Monitoring (*Mustela nivalis*, *Mustela erminea*, *Mustela putorius*) (unveröffentlicht)
- Capt, S. und Marchesi, P. (2012): Monitoring der Kleinmusteliden in der Schweiz – Resultate der Erhebung 2010, Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), Neuchâtel (download)
- Dürst, A. C. und Vogler, H. (2019): Zustandsaufnahme der Kleinmustelidenfauna im Gebiet Wauwilermoos. Erhebung 2018 und Methodenvergleich. Landwirtschaft und Wald, Luzern (download)
- Engler, D. (2013): Untersuchung der Nutzung unterschiedlicher strukturierter Lebensräume durch Kleinmusteliden und Schläfer. Bachelorarbeit an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Wädenswil (unveröffentlicht)
- King, C. M und 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
- Laas, I. (2017): Validierung eines Habitatmodells für das Hermelin (*Mustela erminea*) in der Region Zimmerberg. Semesterarbeit an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Wädenswil (unveröffentlicht)
- Müri, H. und Weinberger, I. (2013): Konzept Erfolgskontrolle Umsetzungskontrolle – Attraktivitätskontrolle – Populationskontrolle. WIN Wieselnetz - Erfolgskontrolle Wiesellandschaft (unveröffentlicht)
- Müri, H. und Weinberger, I. (2015): Wiesellandschaft Schweiz: Erfolgskontrolle für intensive Wieselförderprojekte Kurzfassung für Projektleiter. WIN Wieselnetz - Erfolgskontrolle Wiesellandschaft (unveröffentlicht)
- Steffen (2018) Erfolgskontrolle Wieselburgen 2018. Projektbericht (unveröffentlicht)
- Steffen, F. (2020): Nachweiswahrscheinlichkeit von Hermelinen (*Mustela erminea*) mittels Spurentunnel. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil (noch nicht veröffentlicht)
- Ratnaweera, N. (2015): Lebensraumanalyse für Hermelin (*Mustela erminea*), Mauswiesel (*Mustela nivalis*) und Iltis (*Mustela putorius*) am Zimmerberg. Projektarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil
- Ratnaweera, N., Sigrist, B., Graf, R. (2020): Wieselfördermassnahmen in intensiven Obstkulturen in der Region Martigny VS - Erfolgskontrolle mittels Spurentunnel und Fotofallenboxen. Projektbericht. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil (nicht veröffentlicht)
- Weber, D. (1989): Beobachtungen zu Aktivität und Raumnutzung beim Iltis (*Mustela putorius* L.). Revue suisse de Zoologie 96: 841–862.

# 7 Anhang

## 7.1 Anhang A: Nachweiserfolge anderer Studien

Tabelle 7.1: Zusammenstellung der Resultate verschiedener Spurentunnel-Untersuchungen. npos entspricht der Anzahl Spurentunnel mit Positivnachweisen, ntot der Anzahl Spurentunnel der entsprechenden Untersuchung.

Region	Jahr	npos	ntot	Quelle
<b>Sonstige Studie</b>				
Glâne-Gruyère	2009	5	100	Capt & Marchesi, 2010
Bas-Valais	2012	4	100	Capt & Marchesi, 2012
Glâne-Gruyère	2012	25	100	Capt & Marchesi, 2012
Jura Central	2012	21	100	Capt & Marchesi, 2012
Klingnau	2012	2	100	Capt & Marchesi, 2012
Linthebene	2012	8	100	Capt & Marchesi, 2012
Rottal	2012	13	100	Capt & Marchesi, 2012
Unterengadin	2012	2	80	Capt & Marchesi, 2012
Riviera-Magadino	2012	0	100	Capt & Marchesi, 2012
Linthebene	2013	34	131	Engler, 2010
Horgen	2014 - 2019	25	32	Ratnaweera, 2020b
Wädenswil	2015	7	48	Laas, 2017
Wauwiler Moos	2018	7	32	Dürst & Vogler, 2019
Neuchâtel	2019	13	20	Blant, 2019
Jura	2019	9	20	Blant, 2019
<b>Erfolgskontrolle</b>				
Entlebuch	2018	6	30	Steffen, 2018
Tafeljura	2018	4	20	Boschi, 2020
Irchel	2018	0	10	Ringger, 2020
Horgen	2019	18	39	Ratnaweera, 2020b
Tafeljura	2019	5	20	Boschi, 2020
Irchel	2019	0	20	Ringger, 2020
Martigny	2020	14	36	Ratnaweera, 2020
Horgen	2020	14	39	Ratnaweera, 2020b
Irchel	2020	1	6	Ringger, 2020

## 7.2 Anhang B: Erhebung 1 (Rohdaten)

Diese Tabelle ist nur in der Online-Version dieses Dokumentes Verfügbar.

## 7.3 Anhang C: Datensatz A (Rohdaten)

Diese Tabelle ist nur in der Online-Version dieses Dokumentes Verfügbar.

## 7.4 Anhang D: Nachweise pro Struktur (Erhebung 1)

## 7.5 Anhang E: Geodaten für Erhebung 1 & 2

Ein Geopackage mit allen untersuchten Standorten (Erhebung 1 & 2) kann hier heruntergeladen werden: [spurentunnel\\_fotofallen\\_standorte.gpkg](#)

Tabelle 7.2: Anzahl Nachweise der drei Zielarten pro Struktur (Daten aus Erhebung 1).

struktur_id	Hermelin	Iltis	Mauswiesel	total
15944	7	0	0	7
312	6	0	0	6
133	4	0	0	4
325	3	1	0	4
15564	4	0	0	4
223	3	0	0	3
17548	3	0	0	3
23	2	0	0	2
24	2	0	0	2
304	2	0	0	2
329	2	0	0	2
15546	2	0	0	2
17148	2	0	0	2
126	1	0	0	1
168	1	0	0	1
183	1	0	0	1
210	1	0	0	1
220	1	0	0	1
231	1	0	0	1
265	1	0	0	1
273	1	0	0	1
310	1	0	0	1
320	1	0	0	1
323	0	1	0	1
12745	1	0	0	1
17544	1	0	0	1
17546	1	0	0	1
18	0	0	0	0
54	0	0	0	0
122	0	0	0	0
147	0	0	0	0
232	0	0	0	0
235	0	0	0	0
242	0	0	0	0
313	0	0	0	0
15549	0	0	0	0
15554	0	0	0	0
17150	0	0	0	0
18346	0	0	0	0

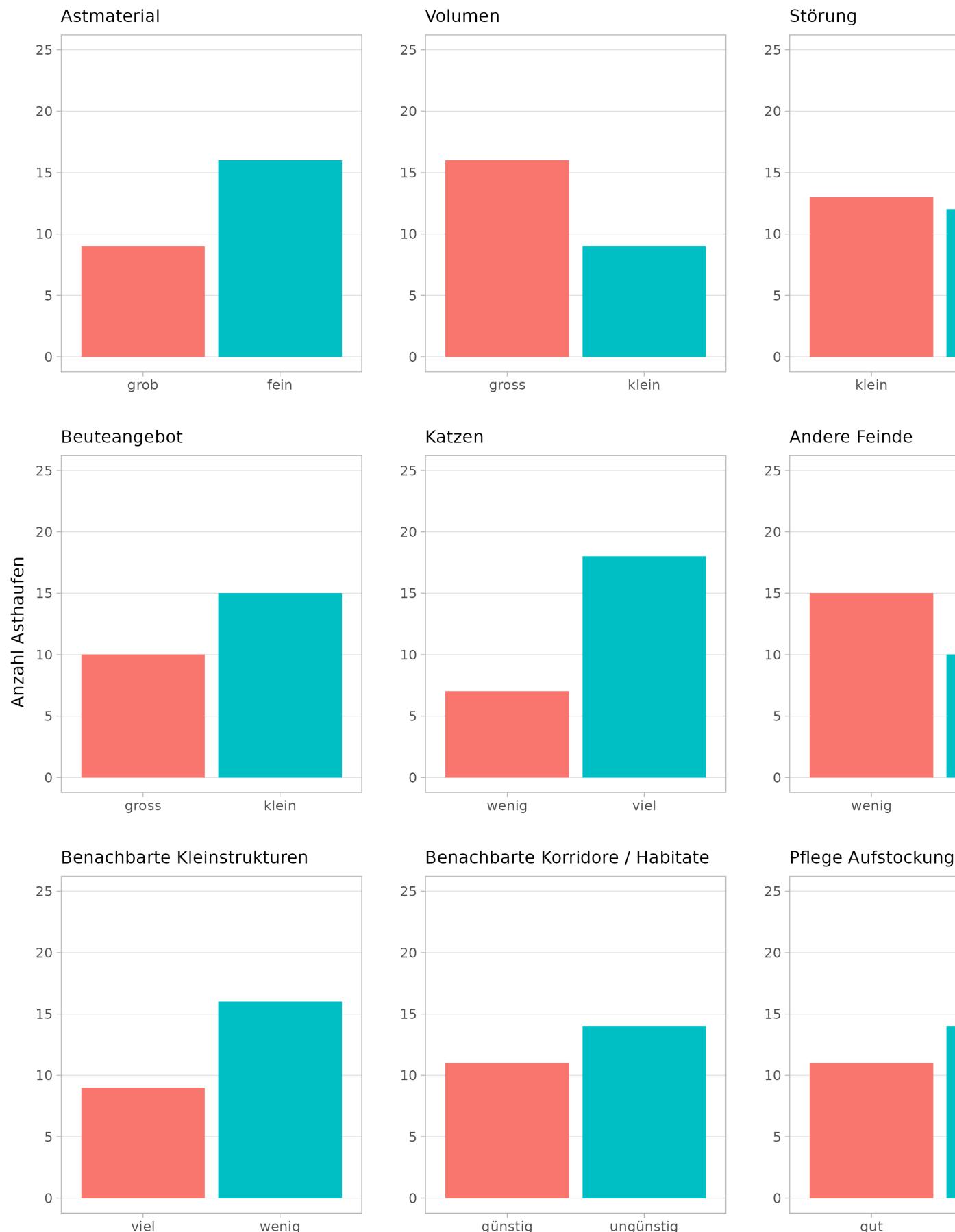
7 Anhang

ort	ah_id	alter_datum_erstellung	astmaterial	volumen	storung	beute_angeli
Böschen Sägenbach	235	2017-03-11	1	2	3	
Bühl Wanderweg	232	2017-03-18	2	2	0	
Grüental-Reidholz	313	2018-03-10	1	2	2	
Hecke Rietwies	147	2016-02-05	1	1	3	
Höhn Waggital-Widen	122	2016-04-14	4	4	3	
Langacherbach Horgen	54	2016-03-11	1	0	1	
Längimoos Landschaft	18346	2018-12-01	2	1	4	
Maiacher	242	2017-05-09	2	2	2	
Rinderweid Waldrand	17150	2018-12-01	3	3	1	
Stockengut Hochweid	15549	2019-02-01	3	4	1	
Stockengut Hochweid	15554	2019-02-01	3	2	1	
Weide ob Hüttnerseeli	18	2016-03-15	2	2	4	
Bachmann Widen	304	2018-03-17	4	4	2	
Gwandlen DoppelAh	23	2016-04-10	3	4	2	
Gwandlen Stein-Stamm klein	24	2016-04-10	3	1	2	
Längimoos bei Hof	17148	2018-12-01	3	2	3	
Sagenholz	329	2016-08-18	2	1	3	
Stockengut Hochweid	15546	2019-02-01	3	4	1	
Mosli Mitte	223	2017-04-06	3	1	3	
Sihlhalden	17548	2019-01-20	4	1	3	
Autobahn Hottinger	133	2016-11-01	3	3	1	
Kräh oberhalb Strasse	325	2016-02-01	3	4	3	
Stockengut Chilenmoos	15564	2019-02-01	3	2	1	
Kräh Röhrli West	312	2018-04-14	4	0	3	
Mosli Nordeck	15944	2018-08-20	4	3	3	

## 7.6 Anhang F: Asthaufenqualität

Anzahl Asthaufen pro Merkmalsausprägung

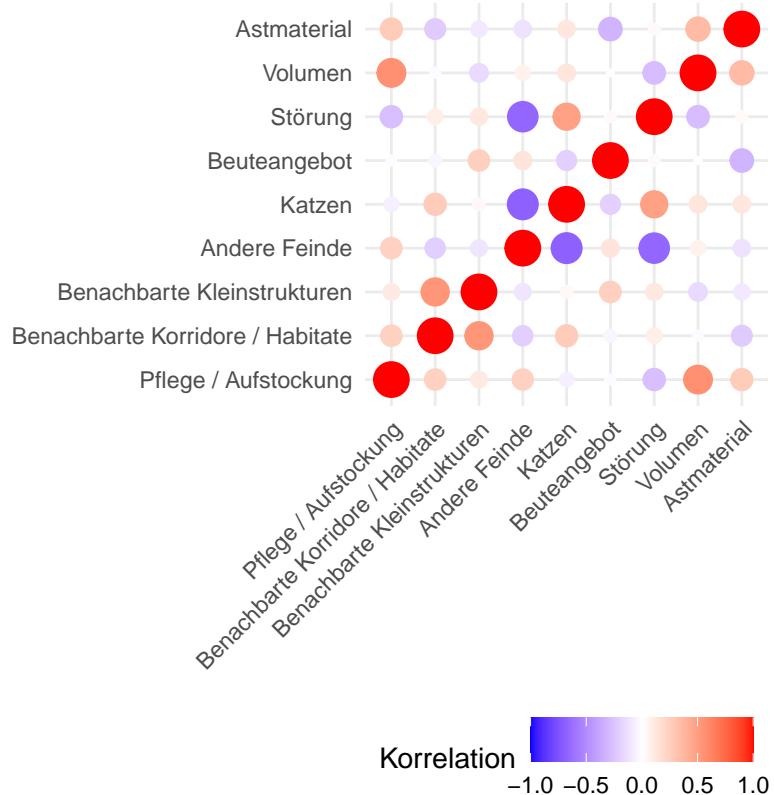
Neue Klassen



## 7.7 Anhang G: Statistische Modellierung attraktivitätsfördernder Faktoren

### 7.7.1 Korrelationsmatrix der Faktoren

- *Störung, Katzen und andere Feinde* sind stark korreliert
- *Volumen, Pflege / Aufstockung* sind stark korreliert
- *Astmaterial, Volumen und Beuteangebot* sind schwach korreliert



### 7.7.2 Logistischre Regression

#### 7.7.2.1 Poisson

Einfaches Modell, um die Korrelationen zu berücksichtigen

```
asthaufen_qualitaet_df3 %>%
  glm(nachweise_int ~
    astmaterial+storung+beute_angebot, data=.,
    family="poisson") %>% summary()
```

```
##
## Call:
## glm(formula = nachweise_int ~ astmaterial + storung + beute_angebot,
##      family = "poisson", data = .)
##
## Deviance Residuals:
##       Min        1Q     Median        3Q       Max
## -1.000000 -0.999999 -0.999999 -0.999999 -0.999999
```

```

## -2.9045 -0.7324 -0.4952  0.4167  1.9101
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept) -0.3297    0.3670 -0.898 0.368990
## astmaterial.L -1.7551    0.5143 -3.413 0.000644 ***
## storung.L     -0.5535    0.2246 -2.464 0.013727 *
## beute_angebot.L  0.1933    0.2180  0.887 0.375299
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
##
## Null deviance: 65.194 on 24 degrees of freedom
## Residual deviance: 33.959 on 21 degrees of freedom
## AIC: 80.887
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

Overdispersion (die Varianz sollte ungefähr gleich gross sein wie der Mittelwert)

```

asthaufen_qualitaet_df3 %>%
  select(nachweise_int) %>%
  summarise(
    sd = sd(nachweise_int),
    var = var(nachweise_int),
    mean = mean(nachweise_int)
  )

## # A tibble: 1 x 3
##       sd   var   mean
##     <dbl> <dbl> <dbl>
## 1  2.05  4.21  1.72

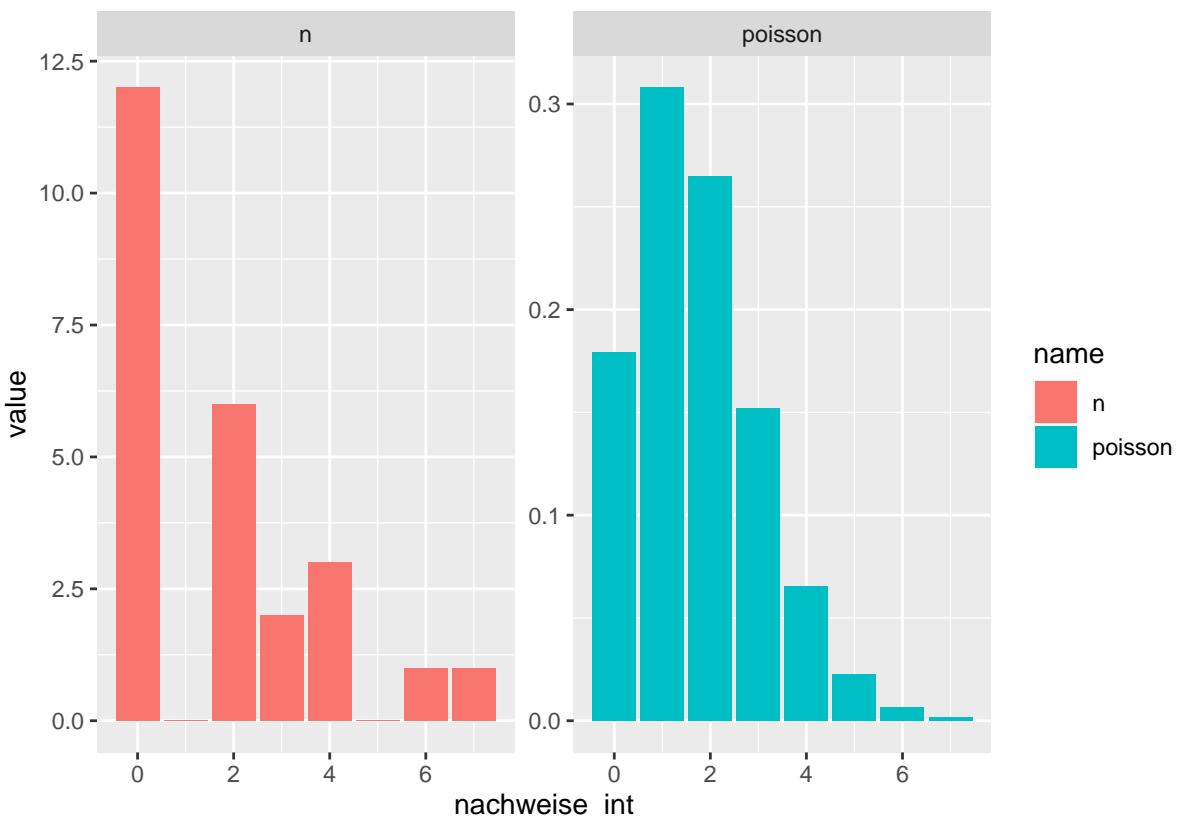
```

Der Vergleich zwischen der tatsächlichen und der theoretischen Verteilung zeigt, dass die Daten tendenziell *overdispersed* sind:

```

asthaufen_qualitaet_df3 %>%
  group_by(nachweise_int) %>%
  count() %>%
  ungroup() %>%
  complete(nachweise_int = full_seq(nachweise_int,1), fill = list(n = 0)) %>%
  mutate(poisson = dpois(nachweise_int, lambda = 1.72)) %>%
  pivot_longer(-nachweise_int) %>%
  ggplot(aes(nachweise_int, value, fill = name)) +
  geom_col(position = "dodge") +
  facet_wrap(~name, scales = "free_y")

```



*Goodness of fit test mit poisson distribution* zeigt, dass die empirische Verteilung nicht gut zur theoretischen Verteilung passt.

```
chisq.test(
  table(factor(asthaufen_qualitaet_df3$nachweise_int,levels=1:7)),
  p=dpois(1:7,1.72),
  rescale.p = TRUE)

##
##  Chi-squared test for given probabilities
##
## data: table(factor(asthaufen_qualitaet_df3$nachweise_int, levels = 1:7))
## X-squared = 55.631, df = 6, p-value = 3.456e-10
```

### 7.7.3 Zero-inflation (siehe <https://stats.idre.ucla.edu/r/dae/zip/>)

```
library(pscl)
zeroinfl(nachweise_int~astmaterial+storung+beute_angebot,
          data=asthaufen_qualitaet_df3,link = "logit") %>%
summary()

##
## Call:
## zeroinfl(formula = nachweise_int ~ astmaterial + storung + beute_angebot,
##           data = asthaufen_qualitaet_df3, link = "logit")
##
## Pearson residuals:
```

```

##      Min     1Q  Median     3Q     Max
## -1.8342 -0.4947 -0.1516  0.4880  1.7209
##
## Count model coefficients (poisson with log link):
##             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)  0.5785    0.5028   1.150   0.250
## astmaterial.L -0.7993    0.6894  -1.159   0.246
## storung.L     -0.4304    0.2758  -1.560   0.119
## beute_angebot.L  0.1863    0.2700   0.690   0.490
##
## Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
##             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)  0.1141    0.7706   0.148   0.8822
## astmaterial.L  2.3519    1.2422   1.893   0.0583 .
## storung.L     0.8761    1.0633   0.824   0.4100
## beute_angebot.L -0.5849    0.9475  -0.617   0.5370
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Number of iterations in BFGS optimization: 12
## Log-likelihood: -32.57 on 8 Df

```

#### 7.7.4 OLS regression

```

asthaufen_qualitaet_df3 %>% lm(nachweise_int ~
                                    astmaterial+volumen+storung+beute_angebot, data=.)
%>% summary()

##
## Call:
## lm(formula = nachweise_int ~ astmaterial + volumen + storung +
##     beute_angebot, data = .)
##
## Residuals:
##      Min     1Q  Median     3Q     Max
## -3.2905 -0.7005 -0.0602  0.5298  4.0177
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  1.3804    0.4125   3.346  0.00321 **
## astmaterial.L -1.8044    0.6188  -2.916  0.00854 **
## volumen.L     0.1909    0.6256   0.305  0.76337
## storung.L     -0.8700    0.4984  -1.746  0.09624 .
## beute_angebot.L  0.2179    0.5182   0.421  0.67857
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1.711 on 20 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4208, Adjusted R-squared:  0.305
## F-statistic: 3.633 on 4 and 20 DF,  p-value: 0.02212

```

```

asthaufen_qualitaet_df3 %>% lm(sqrt(nachweise_int) ~
  astmaterial+volumen+storung+beute_angebot, data=.) %>%
  summary()

##
## Call:
## lm(formula = sqrt(nachweise_int) ~ astmaterial + volumen + storung +
##     beute_angebot, data = .)
##
## Residuals:
##       Min     1Q   Median     3Q    Max 
## -1.6145 -0.3113  0.1470  0.4810  1.2542 
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
## (Intercept) 0.7337    0.1828   4.013 0.000682 *** 
## astmaterial.L -0.9363    0.2743  -3.414 0.002751 ** 
## volumen.L      0.1725    0.2773   0.622 0.540937    
## storung.L      -0.3241    0.2209  -1.467 0.157871    
## beute_angebot.L 0.1576    0.2297   0.686 0.500402    
## ---      
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.7582 on 20 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4716, Adjusted R-squared:  0.3659 
## F-statistic: 4.463 on 4 and 20 DF,  p-value: 0.009695 

asthaufen_qualitaet_df3 %>% lm(nachweise_bool ~
  astmaterial+volumen+storung+beute_angebot, data=.) %>%
  summary()

##
## Call:
## lm(formula = nachweise_bool ~ astmaterial + volumen + storung +
##     beute_angebot, data = .)
##
## Residuals:
##       Min     1Q   Median     3Q    Max 
## -0.83664 -0.14962  0.00916  0.30763  0.70611 
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
## (Intercept) 0.4137    0.1003   4.126 0.000524 *** 
## astmaterial.L -0.5047    0.1504  -3.355 0.003153 ** 
## volumen.L      0.1209    0.1521   0.795 0.435948    
## storung.L      -0.1123    0.1212  -0.927 0.365188    
## beute_angebot.L 0.1020    0.1260   0.810 0.427576    
## ---      
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4159 on 20 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.4457, Adjusted R-squared:  0.3349 
## F-statistic: 4.021 on 4 and 20 DF,  p-value: 0.01494

```

### 7.7.5 Fishers Exakter Test

```
kt = with(asthaufen_qualitaet_df3, table(nachweise_bool, astmaterial ))
kt

##                  astmaterial
## nachweise_bool grob fein
##                 0     4     8
##                 1    12     1

fisher.test(kt,alternative = "less")

##
## Fisher's Exact Test for Count Data
##
## data:  kt
## p-value = 0.003258
## alternative hypothesis: true odds ratio is less than 1
## 95 percent confidence interval:
## 0.0000000 0.4108968
## sample estimates:
## odds ratio
## 0.04891419
```