



DIE BEDEUTUNG DER TOTHOLZFLÄCHEN FÜR DIE VOGELWELT IM SIHLWALD

Alina Biegger
Luchsweg 6
8135 Langnau am Albis
+41 77 463 44 88

Kantonsschule Freudenberg, Balz Gysi
Wildnispark Zürich, Sihlwald, Ronald Schmidt
Ornithologie Büro Weggler, Martin Weggler

Langnau am Albis, 13. Dezember 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
1.1	Entwicklung der Vogelwelt in der Schweiz	3
1.2	Fragestellung	4
1.3	Wald und Totholz.....	5
1.4	Untersuchungsgebiet Sihlwald.....	6
1.5	Aktueller Stand der Forschung.....	6
2	Material und Methoden	7
2.1	Erfassungsmethodik	7
2.1.1	Punkt-Stopp-Zählung.....	7
2.1.2	Audiologger	8
2.1.3	Winkelzählprobe	10
2.2	Feldmaterial.....	10
3	Beobachtungsflächen im Sihlwald	11
3.1	Weiterführende Informationen zum Sihlwald	11
3.1.1	Totholzflächen und ihre Entstehung	11
3.2	Auswahl der Beobachtungsflächen.....	12
3.3	Steckbriefe der festgelegten Beobachtungsflächen.....	12
3.3.1	Totholzfläche 1 (T1).....	13
3.3.2	Totholzfläche 2 (T2).....	13
3.3.3	Totholzfläche 3 (T3).....	14
3.3.4	Laubwaldfläche 1 (L1)	14
3.3.5	Nadelwaldfläche 1 (N1).....	15
4	Resultate.....	15
4.1	Punkt-Stopp-Zählung	15
4.1.1	Totholzfläche 1	16
4.1.2	Totholzfläche 2	17
4.1.3	Totholzfläche 3	18
4.1.4	Laubwaldfläche 1	19
4.1.5	Nadelwaldfläche 1.....	19
4.1.6	Übersicht über alle Beobachtungsflächen	20
4.2	Methodenvergleich: Audiologger und Punkt-Stopp-Zählung.....	20
4.2.1	Totholzfläche 1	21
4.2.2	Totholzfläche 2	21
4.2.3	Totholzfläche 3	22
4.2.4	Laubwaldfläche 1	23
4.2.5	Nadelwaldfläche 1.....	23

4.2.6	Eingesetzte Methodik und Beobachtungsflächen.....	24
4.3	In den Beobachtungsflächen festgestellte Arten	25
4.4	In Totholz zu erwartende, aber nicht festgestellte Arten.....	26
5	Diskussion.....	27
5.1	Wie unterscheidet sich die Vogelwelt der Totholzflächen im Sihlwald von intakten Waldbeständen?.....	27
5.2	Können Unterschiede der Vogelarten zwischen den einzelnen Beobachtungszeitpunkten festgestellt werden?.....	28
5.3	Welchen Mehrwert ergibt sich aus der Kombination von traditioneller Kartierung und der Auswertung von Audioaufnahmen?	28
5.4	Einordnung, praktische Bedeutung	30
5.5	Ungenauigkeiten und Fehlerquellen	30
5.6	Fazit.....	30
5.7	Ausblick	31
5.7.1	Was könnte beim nächsten Mal besser gemacht werden?.....	31
5.7.2	Was wären interessante Folgearbeiten bzw. Fragestellungen?.....	31
6	Zusammenfassung.....	32
7	Dank	33
8	Bibliografie	34
8.1	Literatur.....	34
8.2	Abbildungen.....	36
9	Anhang	36
9.1	Feldblätter	37

1 Einleitung

Vögel faszinieren mich schon seit vielen Jahren, und ich verbringe viel Zeit in der Natur, um meiner Leidenschaft nachzugehen. Deshalb war mir schnell bewusst, dass meine Maturitätsarbeit einen Zusammenhang mit Ornithologie haben sollte.

Im Rahmen meiner intensiven Beobachtungen in verschiedenen Gebieten der Schweiz habe ich direkt erfahren, wie stark die Vogelwelt von ihrem Lebensraum abhängig ist. Der unmittelbar an meinen Wohnort angrenzende Sihlwald ist ein Naturschutzgebiet von nationaler Bedeutung und bietet sich vorzüglich als Untersuchungsgebiet an. Denn bei meinen Freizeitaktivitäten im Sihlwald fielen mir die offensichtlichen Waldflächen mit vielen umgestürzten Bäumen und herumliegenden Ästen auf. Und so fragte ich mich, welche Bedeutung diese Flächen wohl für die Vogelwelt haben? Die vorliegende Arbeit geht dieser Frage nach.

1.1 Entwicklung der Vogelwelt in der Schweiz

In der Schweiz haben im Zeitraum 2013 – 2016 nicht weniger als 210 verschiedene Vogelarten gebrütet oder zumindest einen Brutversuch gemacht (Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016), was gegenüber dem Zeitraum 1993 – 1996 eine leichte Zunahme bedeutet. Diese gesamtschweizerisch positive Entwicklung kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass nicht wenige Vogelarten in diesen 20 Jahren zunehmend verschwunden sind. Der Hauptgrund für diese teils sehr unterschiedliche Entwicklung der Brutvögel liegt darin begründet, dass das Vorkommen von einzelnen Vogelarten eng an den Lebensraum gekoppelt ist. Die räumliche Verteilung der verschiedenen Vogelarten ist demnach ein Spiegelbild der vorhandenen Lebensräume und somit auch unseres Umganges mit Natur und Umwelt. Vögel sind ein untrüglicher Gradmesser für den Zustand der natürlichen Lebensräume.

In der Schweiz sind für die Untersuchung der Vogelwelt verschiedene Lebensräume relevant, so zum Beispiel: Kulturland, Wald, Siedlungsgebiet, Ödland, Feuchtgebiet oder Gewässer. Jeder Lebensraum wird von Vogelarten bevorzugt, die sich auf diesen spezialisiert haben. So ist der Teichrohrsänger auf Feuchtgebiete angewiesen, während das Braunkehlchen vorzugsweise im Kulturland anzutreffen ist und die Singdrossel eine typische Bewohnerin des Waldes ist. Aus diesem Grunde hat der Brutvogelatlas der Schweiz die Entwicklung der Vogelarten in den 20 Jahren zwischen den beiden *statistisch erfassten* Zeiträumen für die einzelnen Lebensräume differenzierter betrachtet und zeigt, dass gerade die Vögel des Kulturlandes aufgrund einer intensiven Landwirtschaft und Ausdehnung von Siedlungsflächen die grössten Verluste erlitten haben. Dagegen haben viele Waldarten von einer naturnahen Waldbewirtschaftung und einer gesamtschweizerischen Verdopplung des Totholzvolumens profitiert.



Abbildung 1: Singdrossel als typische Vertreterin im Wald

Je besser also der Einfluss der Lebensräume auf die Vogelwelt verstanden wird, desto gezielter und umfassender können Massnahmen zur Förderung der Vogelwelt und der Biodiversität getroffen werden.¹

1.2 Fragestellung

Der Brutvogelatlas führt die positive Entwicklung von Waldvogelarten unter anderem auf die Zunahme von Totholz in den Schweizer Wäldern zurück und erachtet Totholz als essenziell für diese Arten. In den Wirtschaftswäldern der Tieflagen mangelt es jedoch an Totholz und dessen Förderung ist eines der wichtigen Ziele des Bundes.² Dabei kommt den Naturwaldreservaten eine zentrale Rolle als Kerngebiete für totholzabhängige Vogelarten zu. Als grösster seit dem Jahr 2000 naturbelassener zusammenhängender Laubmischwald des dicht besiedelten Mittellandes weist der Sihlwald seit 2017 bedeutende Totholzflächen auf und stellt somit einen geeigneten Naturwald dar, wo die Bedeutung von Totholzflächen für die Vogelwelt exemplarisch genauer studiert werden kann. Die folgenden Leitfragen stehen für diese Arbeit im Zentrum:³

- Leitfrage 1: Wie unterscheidet sich die Vogelwelt der Totholzflächen im Sihlwald von intakten Waldbeständen?
- Leitfrage 2: Können Unterschiede der Anzahl Vogelarten zwischen verschiedenen Beobachtungszeitpunkten festgestellt werden?
- Leitfrage 3: Welchen Mehrwert ergibt sich aus der Kombination von traditioneller Kartierung und der Auswertung von Tonaufnahmen?

Entlang dieser Leitfragen lassen sich die folgenden Hypothesen formulieren:

Hypothese 1	In den Totholzflächen sind mehr Vogelarten zu beobachten als in den Flächen ohne Totholz.
Hypothese 2	Vogelarten wie Spechte und Baumläufer sind in den Totholzflächen häufiger anzutreffen.
Hypothese 3	Mit der Punkt-Stopp-Zählung können mehr Arten festgestellt werden als mit den Audiologger-Aufnahmen.
Hypothese 4	Dank den Audiologger-Aufnahmen können einige Arten zusätzlich nachgewiesen werden, die bei herkömmlichen Feldaufnahmen leicht entgehen.
Hypothese 5	Audiologger-Aufnahmen unterstützen die nachträgliche Verifizierung von Feldaufnahmen.

Dazu soll der Zustand der Vogelwelt zwischen Frühling und Sommer 2022 mithilfe eigener Feldaufnahmen im Sihlwald beschrieben werden.

¹ Dieser Abschnitt basiert auf: Knaus, Peter / Antoniazza, Sylvain / Wechsler, Samuel / Guélat, Jérôme / Kéry, Marc / Strebel, Nicolas / Sattler, Thomas (2018): «Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016», Schweizerische Vogelwarte, Sempach, S. 14-22 und 164-165.

² Bundesamt für Umwelt (2015): «Massnahmenbereich 2: Förderung Alt- und Totholz».

³ Dieser Abschnitt basiert auf: Knaus, Peter / Antoniazza, Sylvain / Wechsler, Samuel / Guélat, Jérôme / Kéry, Marc / Strebel, Nicolas / Sattler, Thomas (2018): «Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016», Schweizerische Vogelwarte, Sempach, S. 16-22, 164-165 und 298-299.

1.3 Wald und Totholz

Die Schweiz weist einen Waldanteil von rund einem Drittel der Landesfläche aus, wobei das Mittelland mit 25% Waldanteil zu den waldärmsten Regionen gehört. Im Durchschnitt bedecken Laubwälder 38% der Waldfläche in der Schweiz, wobei dieser Anteil mit zunehmender Höhe abnimmt. Von 1993 bis 2013 hat sich die Waldfläche um 7% erhöht, wobei im Mittelland keine Zunahme festgestellt werden konnte.

Schweizweit sind 6% der Waldfläche sogenannte Waldreservate, die vor konventioneller Holznutzung geschützt sind. Die Waldreservate zeichnen sich allgemein durch einen vergleichsweise hohen Anteil an Totholz aus.⁴

Unter Totholz werden viele verschiedene Formen abgestorbenen Baummaterials zusammengefasst. Grob unterteilt wird dabei zwischen stehendem Totholz, also noch nicht umgefallenen, abgestorbenen Bäumen oder deren Teilen und liegendem Totholz, das bereits auf dem Erdboden liegt. Stehende und liegende Bäume werden zum Totholz gezählt wie auch herumliegende Äste, Wurzelteller oder Baumstümpfe. Totholz entsteht vor allem durch Alterung, Windwurf, Feuer, Pilz- oder Insektenbefall. Da häufig Alterungsprozesse als treibende Kraft für die Entstehung von Totholz verantwortlich sind, weisen alte Waldbestände grundsätzlich einen höheren Totholzanteil als junge auf. In genutzten Wäldern, wo regelmässig Holz entfernt wird, ist deshalb die Menge an Totholz mit einigen wenigen m³/ha viel geringer als in nicht bewirtschafteten Wäldern, wo ein Volumen gegen 200 m³/ha erreicht werden kann.



Abbildung 2: Totholzfläche 3 am 02.07.2022

Heute findet man anteilmässig viel mehr Totholz in den Schweizer Wäldern als noch vor 30 Jahren. Das Totholzvolumen hat sich zwischen 1993-1995 und 2013-2016 von durchschnittlich 11 m³/ha auf rund 26 m³/ha erhöht. Man hat erkannt, dass im Falle von Totholz tot nicht gleich tot heisst. Man geht davon aus, dass rund ein Siebtel der Tier-, Pilz- und Pflanzenarten in der Schweiz von Totholz abhängig ist, was etwa einem Viertel aller im Wald lebenden Arten entspricht. Für viele Vogelarten ist das Angebot an Totholz essenziell. Natürliche Höhlen oder Spalten bieten ausgezeichnete Nistgelegenheiten und das vielfältige Nahrungsangebot an Insekten ist für viele Vogelarten überlebenswichtig.⁵

⁴ Brändli, Urs-Beat / Abegg, Meinrad / Allgaier Leuch, Barbara (2020): «Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der vierten Erhebung 2009–2017», Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Bern, Bundesamt für Umwelt, S. 341.

⁵ Die letzten Abschnitte basieren auf: Knaus, Peter / Antoniazza, Sylvain / Wechsler, Samuel / Guélat, Jérôme / Kéry, Marc / Strebel, Nicolas / Sattler, Thomas (2018): «Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016», Schweizerische Vogelwarte, Sempach, S. 14-22, 164-165 und 298-299 und SRF, Mission B: «Totholz für mehr Biodiversität – Ein gesunder Wald braucht tote Bäume». Online: <https://www.srf.ch/sendungen/me-biodiversitaet/ein-gesunder-wald-braucht-tote-baeume> (Stand: 06.09.2019; Zugriff: 23.10.2022).

1.4 Untersuchungsgebiet Sihlwald

Der Sihlwald ist ein rund 12 km² grosses Naturschutzgebiet im Kanton Zürich (vgl. Abbildung 3). Er ist ein ursprünglicher Buchenwald, wie er früher auf ca. 80% der Fläche Mitteleuropas anzutreffen war. Denn der Laubwaldanteil, darunter v.a. Buchen, liegt bei etwa drei Vierteln.

Lange Zeit wurde der Sihlwald forstwirtschaftlich intensiv genutzt. Ende der 1970er Jahre sank der Holzpreis so stark, dass sich die Forstwirtschaft nicht mehr rentierte. Dies war mit ein Grund, dass die visionäre Idee des damaligen Stadtförsters Andreas Speich, ein Naturwaldreservat zu erschaffen, 1986 Zuspruch erhielt. 1994 wurde die «Stiftung Naturlandschaft Sihlwald» gegründet, damit dieses Projekt durchgesetzt werden konnte. Die Waldbewirtschaftung im Sihlwald wurde im Jahr 2000 schliesslich komplett eingestellt, und der Wald ist sich seither selbst überlassen. Das heisst, dass beispielsweise umgestürzte oder abgestorbene Bäume nicht gleich aus dem Weg geräumt, sondern liegen gelassen werden. So entstehen vielfältige Lebensräume, wovon die unterschiedlichsten Lebewesen profitieren können. Seit dem Jahr 2010 ist der Sihlwald als erstes Gebiet der Schweiz, ein «Naturerlebnispark – Park von nationaler Bedeutung».⁶



Abbildung 3: Perimeter Sihlwald (Quelle: Orthofoto Sommer 2020, Kanton Zürich. Basiskarte Zürich Raster, Stadt Zürich. Perimeter Sihlwald, Wildnispark Zürich)

1.5 Aktueller Stand der Forschung

Auch wenn der Tod eines Baumes zum Kreislauf des Lebens dazugehört, wurden früher abgestorbene oder umgestürzte Bäume z.B. nach einem Sturm gleich weggeräumt. Darum sind viele, von Totholz abhängige Arten, grösstenteils verschwunden.

Erfreulicherweise findet heute ein Umdenken statt. So gibt es gegenwärtig anteilmässig viel mehr Totholz in den Schweizer Wäldern als noch vor 30 Jahren. Man hat erkannt, dass es im Falle von Totholz tot nicht gleich tot ist. Man geht sogar davon aus, dass rund ein Siebtel der Tier-, Pilz- und Pflanzenarten in der Schweiz von Totholz abhängig ist. Ebenso profitieren viele Waldvogelarten von der vermehrt naturnahen Waldbewirtschaftung.⁷

⁶ Dieser Abschnitt basiert auf: Naturerlebnispark Sihlwald: «Park von nationaler Bedeutung». Online: <https://www.wildnispark.ch/de/der-park/naturerlebnispark-sihlwald> (Stand: 23.10.2022) und Fink, Caroline (2020): «Sihlwald – Wild und Schön», AS Verlag & Buchkonzept AG, Zürich, S. 84-95.

⁷ Dieser Abschnitt basiert auf: SRF, Mission B: «Totholz für mehr Biodiversität – Ein gesunder Wald braucht tote Bäume». Online: <https://www.srf.ch/sendungen/me-biodiversitaet/ein-gesunder-wald-braucht-tote-baeume> (Stand: 06.09.2019; Zugriff: 23.10.2022).

Ein Beispiel für die Bedeutung von Totholz findet sich auch im Nationalpark Harz in Deutschland, wo mittels Monitorings häufiger Brutvögel die Wichtigkeit von Totholzbe-
reichen als Lebensraum aufgezeigt wurde.⁸

Mit einem zunehmenden Verständnis wie zentral Totholz für ein Ökosystem und wie vie-
len Tier-, Pflanzen- oder Pilzarten es ein überlebenswichtiger Lebensraum ist, wird Tot-
holz vermehrt stehen gelassen. Damit wird hoffentlich den Verlust von weiteren totholz-
abhängigen Arten verhindert.⁹

2 Material und Methoden

2.1 Erfassungsmethodik

2.1.1 Punkt-Stopp-Zählung

Für die Feldaufnahmen wurde die Punkt-Stopp-Zählung verwendet. Das ist eine Art der
Kartierung, die einfach und relativ effizient ist. Allerdings liefert diese Erfassungsme-
thode nur Relativdaten, doch das sollte bei dieser Arbeit keine Probleme erstellen, da mit
Vergleichen gearbeitet wird.

Zur Durchführung einer Punkt-Stopp-Zählung¹⁰ begibt man sich an einen geeigneten Ort
ungefähr in der Mitte einer im Voraus bestimmten Beobachtungsfläche. Während eines
bestimmten Zeitintervalls wird festgehalten, welche sicher bestimmbar Vogelarten
sich in dieser Fläche befinden. Auf dem Feldblatt wird aufgeführt, ob ein Vogel gesehen
bzw. gehört wurde und ob er sich innerhalb oder ausserhalb der festgelegten Fläche be-
fand. In dieser Arbeit betrug das Zeitintervall jeweils 10 Minuten.



Abbildung 4: Panoramabild einer Punkt-Stopp-Zählung in der Totholzfläche 1 am 01.05.2022

⁸ Dieser Abschnitt basiert auf: Nationalpark Harz: «Totholz im Sihlwald fördert die Vogel-Vielfalt». Online: https://www.nationalpark-harz.de/de/aktuelles/2018/2018_07_31_Vogelmonitoring-Totholz/ (Stand: 01.08.2018; Zugriff: 23.10.2022).

⁹ Dieser Abschnitt basiert auf: SRF, Mission B: «Totholz für mehr Biodiversität – Ein gesunder Wald braucht tote Bäume». Online: <https://www.srf.ch/sendungen/me-biodiversitaet/ein-gesunder-wald-braucht-tote-baeume> (Stand: 06.09.2019; Zugriff: 23.10.2022).

¹⁰ Südbeck, Peter / Andretzke, Hartmut / Fischer, Stefan / Gedeon, Kai / Schikore, Tasso / Schröder, Karsten / Sudfeld, Christoph (2005): «Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands», Mugler Druck und Verlag GmbH, Radolfzell, S. 54-58.

2.1.2 Audiologger

Seit kurzem werden in der (Vogel)Forschung sogenannte Audiologger eingesetzt. Ein Audiologger ist ein Langzeit-Aufnahmegerät, das alle Geräusche in einer knapp 200 kHz Audio-Bandbreite aufzeichnet.¹¹ Audiologger haben den Vorteil, dass man dank ihnen nicht immer selbst ins Feld kartieren gehen muss. Stattdessen kann ein Audiologger installiert und dabei festgelegt werden, wann und wie lange dieses Gerät aufzeichnen soll. Die damit gewonnenen Resultate haben den Vorteil, dass bestimmte Stellen bei Bedarf mehrmals abgehört werden können. Ebenso ist es möglich, weitere Fachpersonen zur Bestimmung beizuziehen. Wenig stimmfreudige Vögel können mit dem Audiologger oftmals nicht erfasst werden.



Abbildung 5: Audiologger im Feld

Für diese Arbeit stand nur ein Audiologger zur Verfügung. Deshalb wurde dieser nicht fest bei einer Fläche installiert, sondern immer mitgenommen, wenn eine Kartierung anstand. Es wurde genau dann aufgenommen, wenn auch kartiert wurde. Auf diese Weise können die Daten der beiden Methoden verglichen werden.

Die Aufnahmen der Audiologger wurden erst einige Tage (oder noch später) nach dem Tag im Feld ausgewertet. Denn nach einiger Zeit hat man nicht mehr so genau im Kopf, was man wo gehört hat. Diese Distanz ist wichtig, damit man sich nicht von den Resultaten der Kartierung beeinflussen lässt.

Die Aufnahmen wurden mit dem Programm «Raven Lite 2» ausschliesslich auditiv ausgewertet. Dank geeigneter Software können Aufnahmen eines Audiologgers als Sonagramme als Hilfe zur Bestimmung beigezogen werden. Sonagramme kann man sich als eine Art Notenschrift vorstellen. Sonagramme liest man von links nach rechts und je lauter das Signal (hier die Vogelstimme), desto stärker ist die Schwärzung. Unten befindet sich die Zeitachse, auf der linken Seite die Tonhöhenkala. Es gilt je höher der Ton, desto höher über der Nulllinie ist er auch im Sonagramm dargestellt. In der Abbildung 6 und der Abbildung 7 ist je ein Sonagramm aus der Feldarbeit abgebildet.¹²

Die folgenden Sonagramme wurden mithilfe des Programms «Raven Lite 2» erstellt.

¹¹ Meyer, Carsten (2020): «AudioMoth: Der Open-Source-Audiologger», Heise Online. Online: <https://www.heise.de/news/AudioMoth-Der-Open-Source-Audiologger-4779435.html> (Stand: 10.06.2020; Zugriff: 11.12.2022).

¹² Dieser Abschnitt basiert auf: Schweizerische Vogelwarte: «Notenschrift und Sonagramm». Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/aktuelle-themen/notenschrift-und-sonagramm> (Zugriff: 23.10.2022) und Bergmann, Hans-Heiner / Westphal, Uwe (2014): «Grundkurs Vogelstimmen», Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim, S. 48-51.

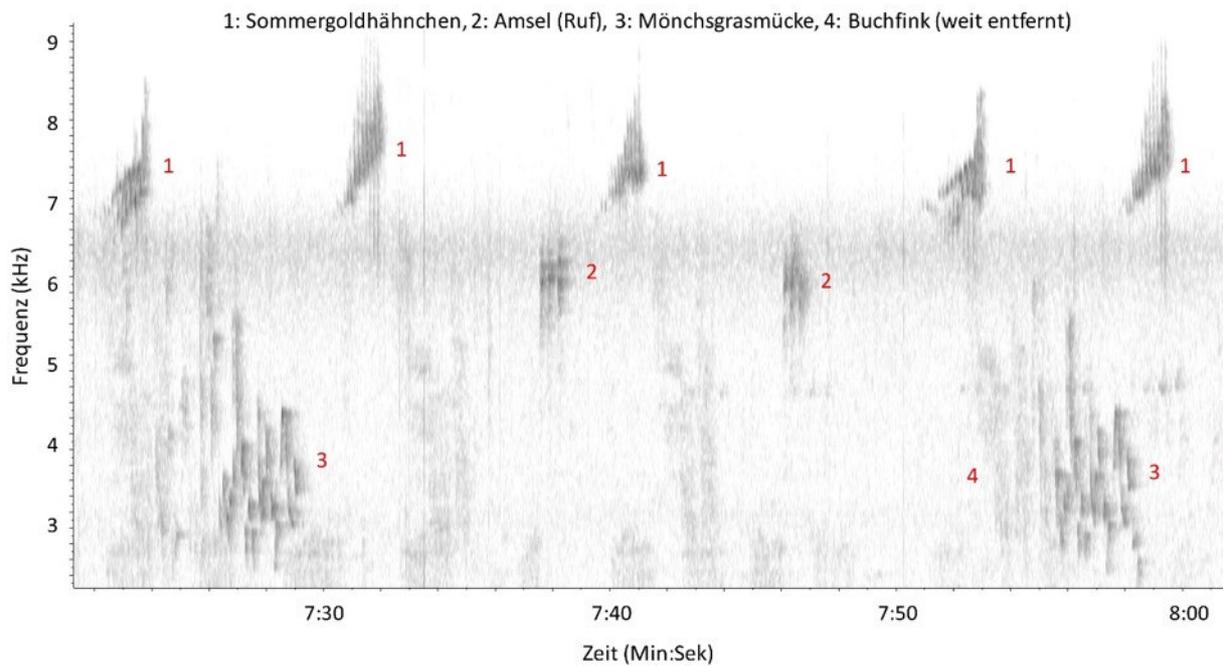


Abbildung 6: Sonagramm eines Sommergoldhähnchens (1), einer Amsel (2), einer Mönchsgrasmücke (3) und eines Buchfinks (4) in der Nadelwaldfläche 1 am 1. Mai 2022

Die Abbildung 6 zeigt ein ausgewähltes Sonagramm einer Audioaufnahme. Der abgebildete Ausschnitt von knapp 40 Sekunden stammt aus einer circa 10-minütigen Aufnahme vom 1. Mai 2022 in der Nadelwaldfläche 1. Man kann vier verschiedene Vogelarten erkennen: Ein Sommergoldhähnchen (1) ist wegen seines hohen Gesangs im hohen Frequenzbereich (ca. 7 bis 8 kHz) des Sonagramms zu finden. Eine etwas tiefere Frequenz von ca. 6 kHz hat der Ruf der Amsel (2). Im Bereich um 4 kHz ist der Gesang der Mönchsgrasmücke (3) zu finden. Ebenfalls dort kann man den Gesang eines weit entfernten Buchfinks (4) erahnen, ersichtlich an der schwächeren Ausprägung.

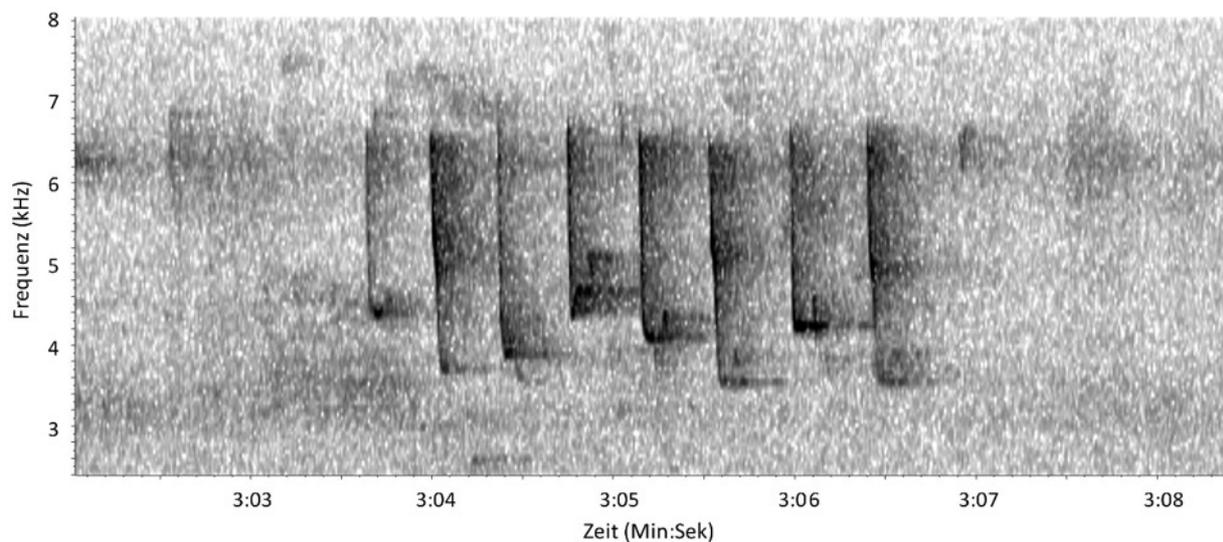


Abbildung 7: Sonagramm eines Zilpzalps in der Totholzfläche 1 am 2. Juli 2022

In Abbildung 7 (2. Juli 2022, Totholzfläche 1) wird auf einem Abschnitt von etwas mehr als 5 Sekunden der charakteristische Gesang im Frequenzbereich zwischen knapp 4 und 7 kHz des Zilpzalps dargestellt.

2.1.3 Winkelzählprobe

Mit der stichprobenartigen Winkelzählprobe wird die relative Bestandesgrundfläche von Bäumen in einem Wald ermittelt. Die Bestandesgrundfläche ist eine Grösse, die der Einschätzung von stehenden Holzvorräten in einem Wald dient.

In dieser Arbeit wurde das vom Forstwissenschaftler Walter Bitterlich entwickelte Vorgehen angewendet. Dabei wird ein an einer Schnur befestigtes Messplättchen mit Loch (oder alternativ auch der Daumen) verwendet. Mit dem Messplättchen in der Hand dreht man sich einmal um seine Achse.



Abbildung 8: Die Winkelzählprobe

Während dieser Drehung werden alle Bäume, die dicker als das Loch im Plättchen (oder der Daumen) erscheinen, gezählt. Daraus lässt sich die Bestandesgrundfläche berechnen.

In dieser Arbeit wurde diese Methode zur Abschätzung des stehenden Totholzanteils einer Beobachtungsfläche verwendet. Der Totholzanteil (ohne liegendes Totholz) wurde wie folgt berechnet: Anzahl stehendes Totholz dividiert durch alle stehenden Bäume (abgestorbene und lebendige).

2.2 Feldmaterial

Bei der Kartierung in den Beobachtungsflächen war folgendes Material dabei:

- **Feldstecher** (Nikon Monarch 7 / 10x30), damit man die gesehenen Vögel besser und sicherer bestimmen kann.
- **Feldblätter**, um die festgestellten Arten einfach und übersichtlich festhalten zu können. Die Blätter wurden vor den Kartierungen erstellt und zu jeder Aufnahme mitgenommen. Pro Beobachtungsgebiet wurde ein Feldblatt verwendet.
- **Stoppuhr**, zur Sicherstellung, dass immer zehn Minuten kartiert wurden.
- **Audiologger** (AudioMoth), zur Aufnahme der Vogelstimmen zeitgleich zur klassischen Kartierung.
- **Smartphone**
 - **Kamera**, um Fotos von jeder Begehung zu machen, zur Feststellung von Veränderungen der Flächen.
 - **Song Meter App**, um den Audiologger zu bedienen.
 - **QGIS App QField** zur Nutzung der offline Karten.
- **Messplättchen** (vgl. Abschnitt 2.1.3), zur Bestimmung der Zusammensetzung des Waldes in den Beobachtungsflächen.

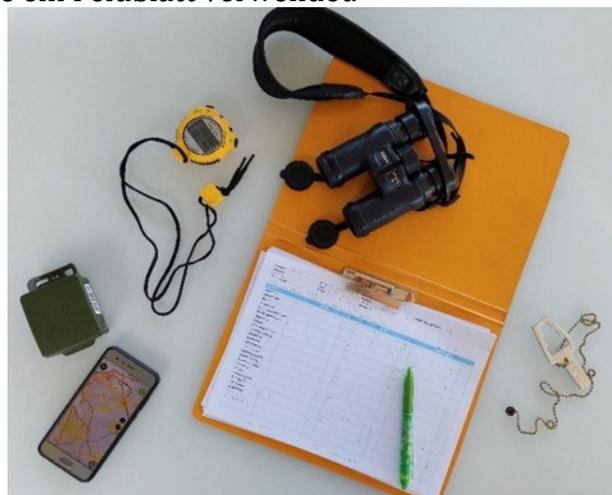


Abbildung 9: Feldmaterial

3 Beobachtungsflächen im Sihlwald

3.1 Weiterführende Informationen zum Sihlwald

Der Sihlwald ist in Kernzone und Übergangszone unterteilt. In der Kernzone wird der natürlichen Entwicklung des Waldes freien Lauf gelassen. Deshalb wird dieser Teil des Waldes besonders geschützt und man darf weder die Wege verlassen noch ein Feuer machen. Zudem ist jegliches Sammeln verboten.

Die Beobachtungsflächen, die in dieser Arbeit beschrieben werden, befinden sich ohne Ausnahme in der Übergangszone. Dort sind die Regeln nicht so streng wie in der Kernzone, trotzdem sind gewisse Schutzregeln einzuhalten.

Gemäss Charta wird die Übergangszone im Sihlwald weiter unterteilt in Naturerlebniszone, Naturschutzzone, Sicherheitszone, Landschaftsschutzzone und Erholungszone.¹³

3.1.1 Totholzflächen und ihre Entstehung

Vor allem ab dem Jahr 2018 sind im Sihlwald vermehrt Bäume abgestorben. Grund dafür sind einerseits die trockenen Sommer, welche zu Trockenstress bei den Bäumen führen und diese somit anfälliger für Insektenbefall machen. Andererseits verursachen auch heftige Stürme die Entstehung von Totholz, das ein guter Nährboden für den Borkenkäfer ist. Die Fichte ist im Sihlwald aufgrund ihres flachen Wurzelsystems besonders betroffen.¹⁴ Denn alle Totholzflächen waren einmal Fichtenwälder. Im Sihlwald ist die Fichte gemäss der «Vegetationskundlichen Kartierung» nicht standorttypisch.¹⁵ Sie ist ein Relikt der früheren Holzproduktion. Als Konsequenz daraus nähert sich der Sihlwald dank des Borkenkäfers und andauernder Trockenheit seinem ursprünglichen Zustand, dem Buchenwald, an.¹⁶

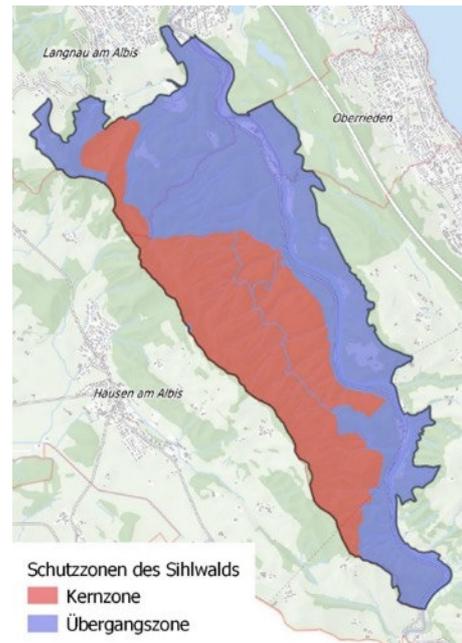


Abbildung 10: Schutz-zonen des Sihlwalds
(Quelle: Basiskarte Zürich Raster, Stadt Zürich. Perimeter Sihlwald und Schutz-zonen, Wildnis-park Zürich)

¹³ Dieser Abschnitt basiert auf: Roth, Isabelle / Stauffer, Christian / Christen, Markus / Hindenlang, Karin / Würsch, Mirjam / Schmidt, Ronald, «Charta Wildnis-park Zürich Sihlwald 2009-2018». Online: https://www.wildnis-park.ch/?action=get_file&id=182&resource_link_id=1d3 (Stand: 01.2010; Zugriff: 23.10.2022).

¹⁴Rigling, Andreas / Stähli, Manfred (2020): «Dürre Buchen und tote Fichten: Sonderausgabe über die Trockenheit 2018», Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Online: <https://www.wsl.ch/de/2020/09/duerre-buchen-und-tote-fichten-schweizer-forstzeitschrift-ueber-die-trockenheit-2018.html> (Stand: 14.09.2020; Zugriff: 10.12.2022).

¹⁵GIS-Browser: «Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Kanton Zürich». Online: <https://maps.zh.ch/s/vyvxmejv> (Zugriff: 04.12.2022).

¹⁶ Dieser Abschnitt basiert auf: Fritsche, Liv (2021): «Remote Sensing Analysis of the Impact of Spruce Bark Beetle (Ips Typographus) on Forest Health in the Wildnis-park Zürich».

3.2 Auswahl der Beobachtungsflächen

Nachfolgend werden die Auswahlkriterien für die Beobachtungsflächen aufgelistet:

- Nicht in Kernzone, denn dort wird eine extra Bewilligung benötigt
- Nicht in Strassen- und / oder Bach-Nähe (besonders für Audiologger schwierig)
- Homogene Flächen (D.h. eine einheitliche Fläche, in der es überall ähnlich aussieht)
- Flächen sollen einigermaßen nahe beieinander liegen, damit man an einem Vormittag alle Flächen kartieren kann
- Trotzdem soll ein gewisser Mindestabstand zwischen den Flächen gewahrt werden (nicht direkt aneinander liegend), denn sonst ist es zu schwierig zu differenzieren, was in welcher Fläche liegt (ausserdem wären sie auch zu ähnlich)
- Das Gebiet, in welchem die Fläche ausgewählt wird, sollte wenn möglich etwas grösser als die auszusuchende Fläche sein, da man sonst auch viele Arten von einem anderen Gebiet mitzählt

Was wurde nicht berücksichtigt?

- Die Nähe zu den Wegen wurde nicht als Problem gesehen. Denn gemäss Charta des Wildnisparks Zürich Sihlwald ist der Einfluss der Wegnutzung auf das Waldökosystem schwierig zu beurteilen.

3.3 Steckbriefe der festgelegten Beobachtungsflächen

In Abbildung 11 sind die fünf Beobachtungsflächen abgebildet. Die Beobachtungsflächen haben eine Ausdehnung von etwa 50 m. Die blauen Punkte entsprechen ungefähr der Grösse der Beobachtungsflächen.

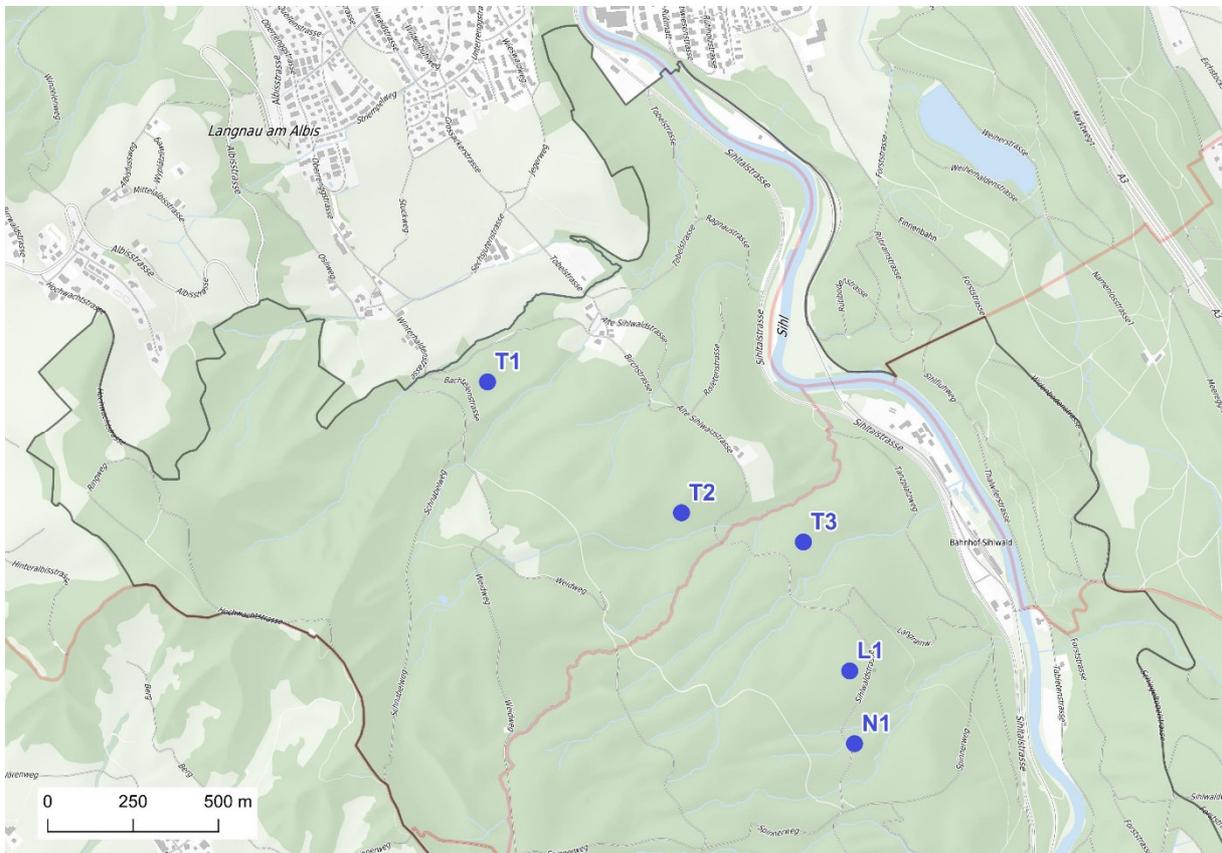


Abbildung 11: Beobachtungsflächen (Quelle: Basiskarte Zürich Raster, Stadt Zürich. Perimeter Sihlwald, Wildnispark)

3.3.1 Totholzfläche 1 (T1)

Die grössten Teile der Totholzfläche 1 sind im Jahr 2019 abgestorben. Die Totholzgebiete rund um die Totholzfläche 1 sind verhältnismässig gross. Das heisst, T1 liegt inmitten einer noch grösseren Totholzfläche. Dazwischen sind aber immer wieder vereinzelte lebende Bäume zu finden. Deshalb beträgt der Totholzanteil dieser Fläche 62%, davon ausgenommen ist das liegende Totholz. Am Boden sind vor allem Brombeersträucher zu finden.

Lebendige Bäume	8
Stehendes Totholz	13
Liegendes Totholz	42
Totholzanteil (ohne liegendes Totholz)	62%
Hauptsächliche Baumart	Abgestorbene Fichten
Krautschicht	Brombeeren

Tabelle 1: Flächenbeschreibung Totholzfläche 1

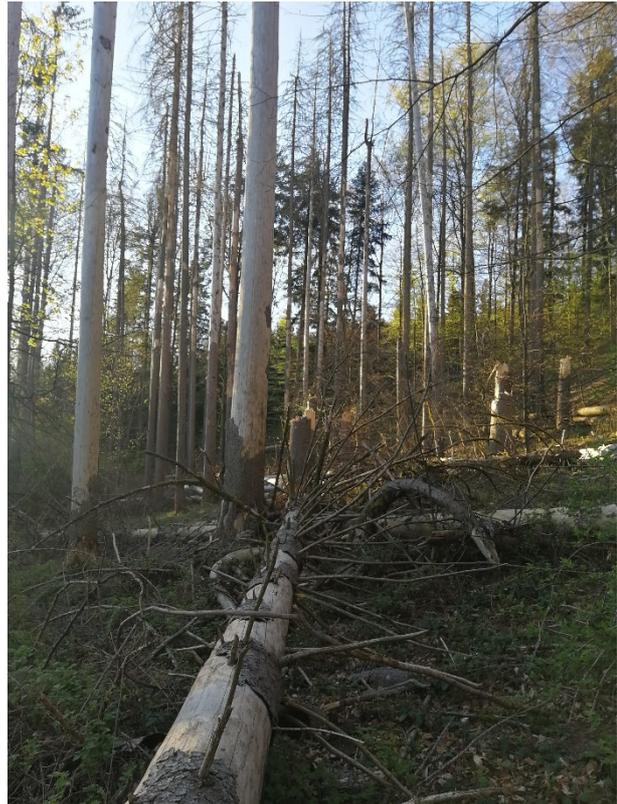


Abbildung 12: Totholzfläche 1 am 19. April 2022

3.3.2 Totholzfläche 2 (T2)

Die Totholzfläche 2 ist vor allem von lebenden Bäumen umgeben, denn das Totholzgebiet rund um T2 entspricht auch ziemlich genau dessen Grösse. In dieser Fläche sind die meisten Bäume erst 2020 abgestorben, die Totholzfläche ist also noch eher jung. Trotzdem beträgt der Totholzanteil der stehenden Bäume ganze 79% und am Boden findet man nebst Brombeerpflanzen, Gräsern und Farnen auch viel liegendes Totholz.



Abbildung 13: Totholzfläche 2 am 27. März 2022

Lebendige Bäume	5
Stehendes Totholz	19
Liegendes Totholz	31
Totholzanteil (ohne liegendes Totholz)	79%
Hauptsächliche Baumart	Abgestorbene Fichten
Krautschicht	Brombeerpflanzen, Gräser & Farne

Tabelle 2: Flächenbeschreibung Totholzfläche 2

3.3.3 Totholzfläche 3 (T3)

Das Totholz der Totholzfläche 3 ist vor allem 2019 entstanden. T3 grenzt an Gebiete mit Totholz, das ein Jahr später abgestorben ist. Die Fläche ist gross und übersichtlich, denn 71% der Bäume ist hier Totholz. Der Boden ist bedeckt von Brombeersträuchern, sodass man das zahlreiche liegende Totholz im Sommer fast nicht mehr wahrnimmt.



Abbildung 14: Totholzfläche 3 am 21. Mai 2022

Lebendige Bäume	10
Stehendes Totholz	24
Liegendes Totholz	38
Totholzanteil (ohne liegendes Totholz)	71%
Hauptsächliche Baumart	Abgestorbene Fichten
Krautschicht	Brombeeren

Tabelle 3: Flächenbeschreibung Totholzfläche 3

3.3.4 Laubwaldfläche 1 (L1)

In der Laubwaldfläche L1 sind ausschliesslich Buchen anzutreffen. Der Wald wirkt sehr hell, im Frühling ist der ganze Boden mit Bärlauch bedeckt. Wie für einen Urwald wie der Sihlwald typisch, liegen auch hier vereinzelt Baumstämme am Boden.



Abbildung 15: Laubwaldfläche 1 am 19. April 2022

Lebendige Bäume	25
Stehendes Totholz	5
Liegendes Totholz	5
Totholzanteil (ohne liegendes Totholz)	16%
Hauptsächliche Baumart	Buchen
Krautschicht	Bärlauch

Tabelle 4: Flächenbeschreibung Laubwaldfläche 1

3.3.5 Nadelwaldfläche 1 (N1)

Die Nadelwaldfläche N1 ist von Laubwald umgeben. Der gesamte Nadelwald ist so klein, dass er kaum grösser ist als die ausgewählte Fläche N1. Die Bäume sind alle in etwa gleich dünn und stehen dicht beieinander. Daher wirkt der Wald dunkel. Neben den Fichten sind so gut wie keine anderen Baumarten zu finden und auch Totholz sucht man vergeblich. Am Boden wächst kaum Vegetation. Der Boden ist vor allem von Nadeln bedeckt.



Abbildung 16: Nadelwaldfläche 1 am 2. Juli 2022

Lebendige Bäume	32
Stehendes Totholz	1
Totholzanteil (ohne liegendes Totholz)	3%
Liegendes Totholz	Vereinzelt grosse Äste
Hauptsächliche Baumart	Fichten
Krautschicht	Fehlt, Nadelstreu

Tabelle 5: Flächenbeschreibung Nadelwaldfläche 1

4 Resultate

In den im Kapitel 3.3 vorgestellten Flächen wurden im Zeitraum zwischen April und Juli 2022 insgesamt vier Beobachtungsdurchgänge durchgeführt.

Ein Beobachtungsdurchgang startete meist etwas nach 7 Uhr morgens im Sihlwald bei der ersten Beobachtungsfläche. Der Kartierungsvorgang dauerte ca. zwei Stunden für alle fünf Flächen. Es wurde darauf geachtet, dass das Wetter möglichst trocken war, damit der Regen die Resultate nicht verfälscht. Ausserdem wurden unterschiedliche Reihenfolgen der Flächenbesuche gewählt, sodass alle Flächen einmal früh am Morgen aber auch gegen 9 Uhr kartiert wurden. Am frühen Morgen sind die Vögel tendenziell aktiver als gegen Mittag.

4.1 Punkt-Stopp-Zählung

	T1	T2	T3	L1	N1
	$\Sigma (\text{☉} / \text{☿})$				
19. 04. 2022	14 (5/14)	12 (2/11)	14 (4/13)	9 (2/9)	8 (1/7)
01. 05. 2022	14 (4/13)	13 (4/13)	10 (5/10)	9 (2/9)	11 (1/11)
21. 05. 2022	9 (2/8)	11 (2/11)	10 (4/10)	9 (2/9)	9 (1/9)
02. 07. 2022	13 (2/13)	14 (7/11)	10 (1/10)	8 (0/8)	6 (1/6)
Total	21 (9/20)	22 (11/18)	18 (8/18)	15 (4/15)	15 (3/15)

Tabelle 6: Übersicht aller mit der Punkt-Stopp-Zählung festgestellten Vogelarten in den Beobachtungsflächen.

Σ : Arten insgesamt (gesehen und/oder gehört), ☉: gesehen, ☿: gehört

In Tabelle 6 wird die Anzahl der Vogelarten in den verschiedenen Flächen an den vier unterschiedlichen Daten der Punkt-Stopp-Zählung verglichen. Dabei wird noch keine Unterscheidung vorgenommen, ob die festgestellten Vogelarten innerhalb oder nur außerhalb der festgelegten Beobachtungsfläche waren.

Schon auf den ersten Blick kann man erkennen, dass in den Totholzflächen (T1, T2 und T3) mehr Arten gefunden werden konnten als in der Laubwaldfläche (L1) und der Nadelwaldfläche (N1). An den einzelnen Daten wurden in den Totholzflächen fast immer über 10 Arten entdeckt – manchmal sogar bis zu 14. In den anderen beiden Flächen (L1 und N1) wurden meist zwischen 8 bis 9 Arten festgestellt. Auch über die verschiedenen Tage hinweg kann man dieses Muster erkennen: Total wurden in den Totholzflächen zwischen 18 und 22 Arten festgestellt. In den Flächen ohne Totholz liegt dieser Wert bei 15 unterschiedlichen Arten.

4.1.1 Totholzfläche 1

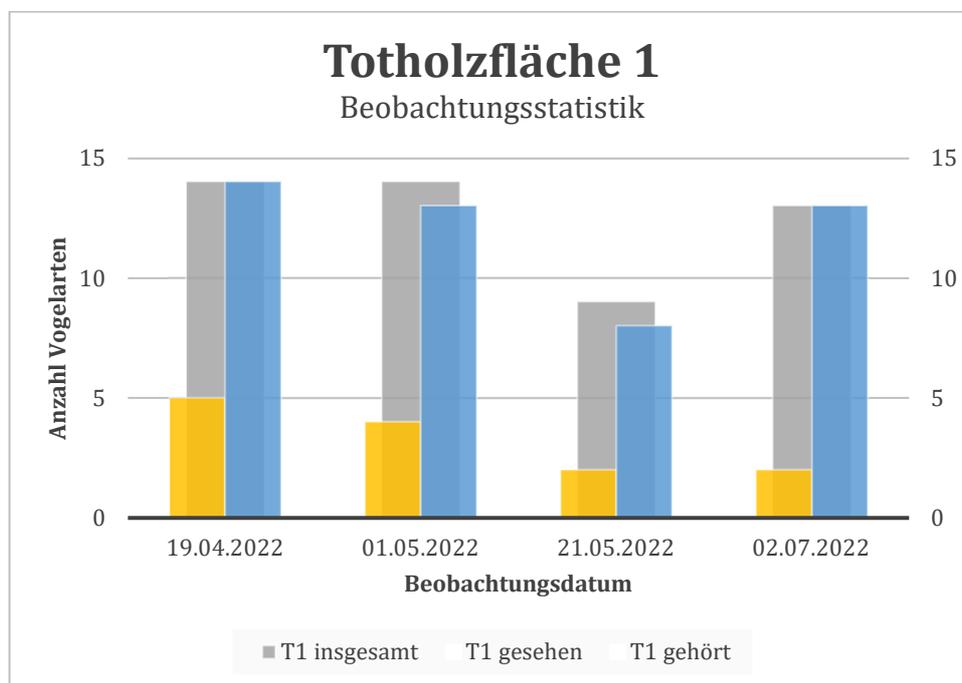


Abbildung 17: Beobachtungsstatistik für die Totholzfläche 1

In der Totholzfläche 1 (T1) wurden mittels der Punkt-Stopp-Zählung insgesamt zwischen 9 und 14 Arten festgestellt. Das sind ähnlich viele wie in den anderen beiden Totholzflächen. Auffällig ist auch der Einbruch bei der 3. Begehung (21. Mai 2022): An diesem Datum wurden mit 9 Arten klar am wenigsten gefunden. Die anderen drei Male waren es mit 13 oder 14 Arten deutlich mehr. Am frühen Morgen des 21. Mai 2022 regnete es plötzlich und unverhofft. An allen anderen Beobachtungstagen war es immer trocken.

Aus Abbildung 17 lässt sich herauslesen, dass die Zahl der gehörten Arten oftmals mit der totalen (gesehen und gehört) Zahl übereinstimmt und sich höchstens in einer Art unterscheidet. Gesehen wurden jeweils klar weniger als gehört. Dieses Bild zeigt sich bei allen Beobachtungsflächen. In der T1 konnten zwischen 2 und 5 Arten visuell bestimmt werden. Die Anzahl der gesehenen Arten hat mit der Zeit abgenommen. D.h. im April wurden mehr Arten gesichtet als Ende Mai und Juli. Mit fortschreitender Jahreszeit wurde die Sicht durch Blättern an kleinen Bäumen und Büschen beeinträchtigt.

4.1.2 Totholzfläche 2

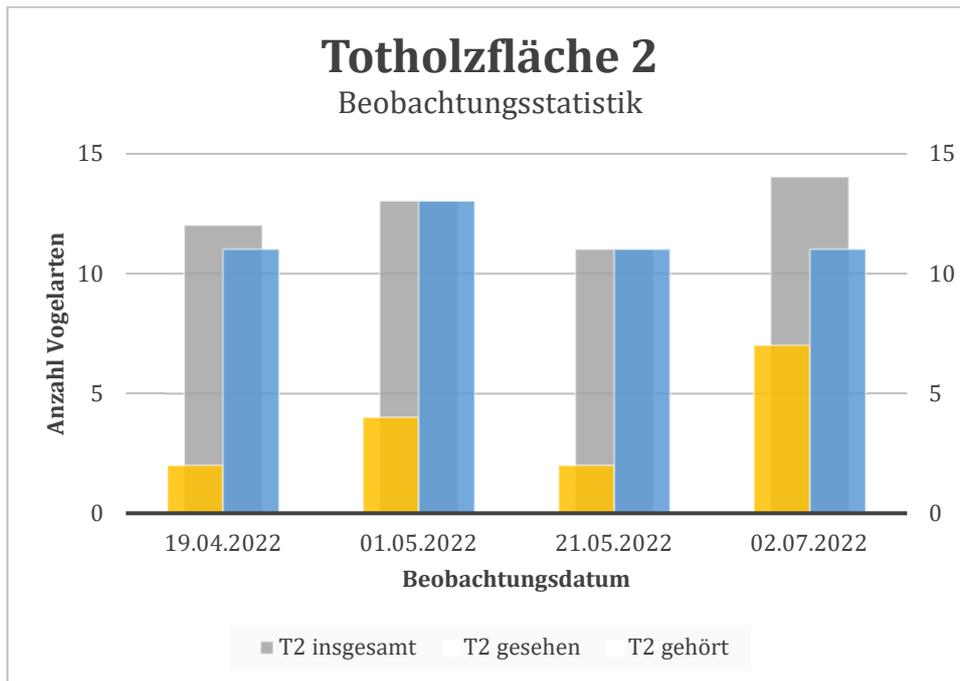


Abbildung 18: Beobachtungsstatistik für die Totholzfläche 2

In der Totholzfläche wurden jeweils mehr als 10 Arten festgestellt – zwischen 11 und 14 Arten. Wie bei T1 ist auch hier am 21. Mai 2022 die Begehung mit den wenigsten Arten. Der Einbruch vom 1. Mai zum 21. Mai 2022 fällt jedoch nicht so deutlich aus wie bei der Totholzfläche 1. Zu Beginn der Kartierung am 21. Mai 2022 rechnete es leicht. Die nur gehörten Arten unterscheiden sich auch hier fast nicht von den der gesamten Anzahl Arten (gesehen und/oder gehört). Am 2. Juli 2022 resultiert eine grössere Differenz zwischen gehörten und insgesamten Arten von +3.

Am 2. Juli 2022 wurde früh am Morgen kartiert, und es war leicht bewölkt. Dabei wurde ein Rekord von 7 gesehenen Vogelarten über alle Probeflächen erzielt. An den anderen Beobachtungstagen variierte die Artenzahl in T2 zwischen 2 und 4.

4.1.3 Totholzfläche 3

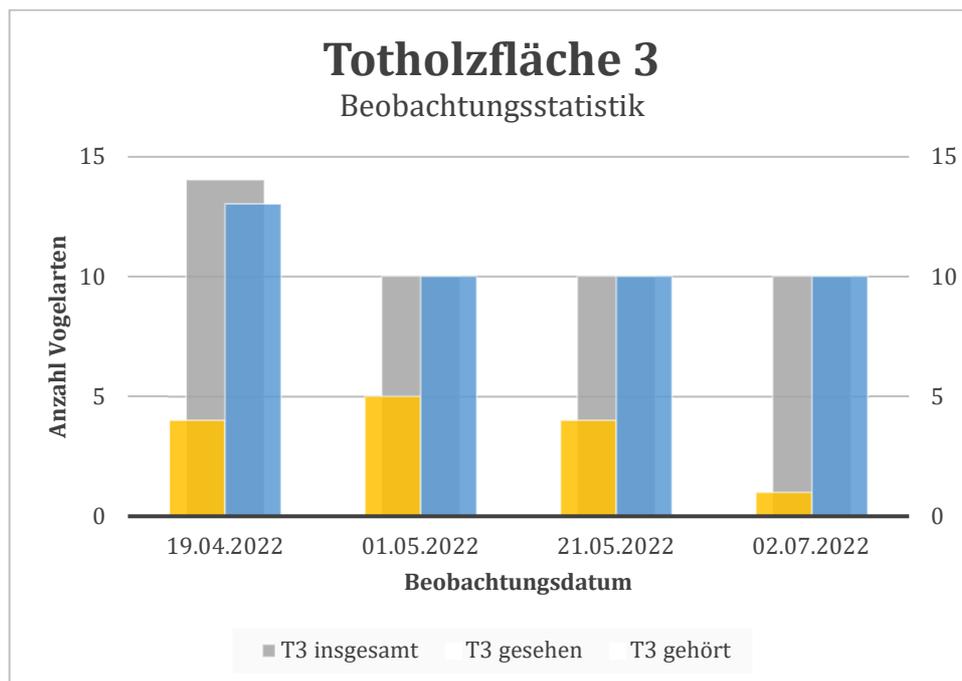


Abbildung 19: Beobachtungsstatistik für die Totholzfläche 3

In der dritten und letzten Totholzfläche (T3) wurden drei von vier Malen genau 10 Vogelarten entdeckt. Nur bei der ersten Kartierung (19. April 2022) wurden ganze 4 Arten mehr festgestellt. Über alles gesehen, sind das etwas weniger als bei den anderen beiden Totholzflächen. In dieser Fläche entspricht der Wert der gesamten (gesehen und/oder gehörten) Arten in den meisten Fällen dem Wert der gehörten Arten. In T3 wurden ähnlich viele Vogelarten gesehen, wie in den anderen beiden Totholzflächen.

An allen Beobachtungstagen wurden 4 bis 5 Vogelarten gesehen. Der 2. Juli 2022 stellt mit der Sichtung einer Art eine Ausnahme dar.

4.1.4 Laubwaldfläche 1

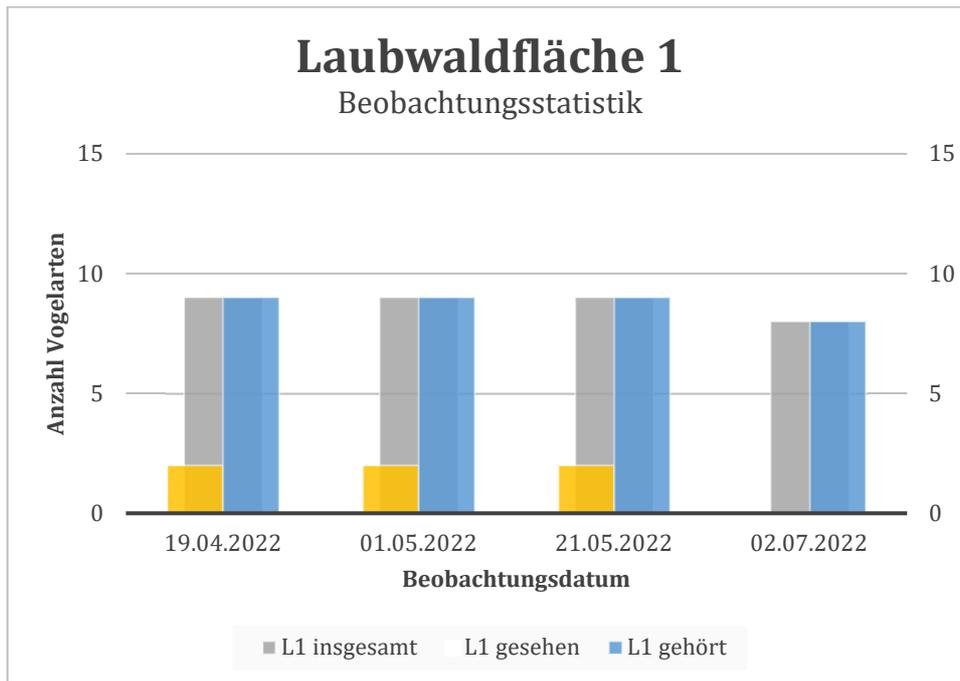


Abbildung 20: Beobachtungsstatistik für die Laubwaldfläche 1

In der Laubwaldfläche (L1) wurden jeweils 9 und einmal 8 Arten festgestellt. Wie aus der Abbildung 20 hervorgeht, entspricht die Anzahl der gehörten Vogelarten immer der Gesamtanzahl (gehört und/oder gesehen). Die ersten drei Kartierungen wurden jeweils 2 Arten gesehen, beim letzten Mal jedoch keine.

Somit wurden in den Laubwaldfläche deutlich weniger Vogelarten entdeckt als in den Totholzflächen.

4.1.5 Nadelwaldfläche 1

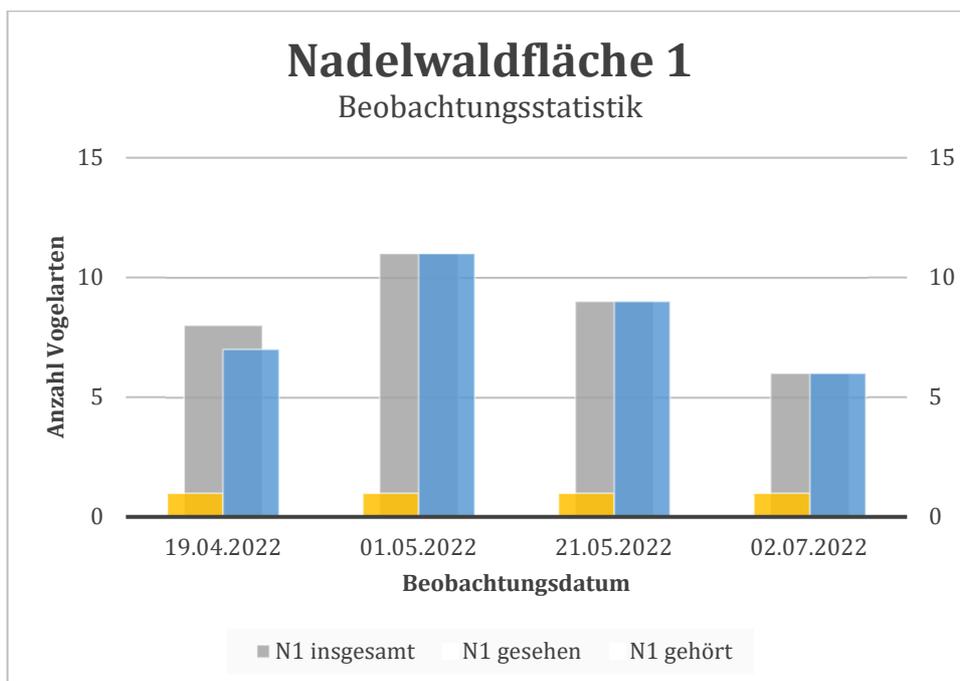


Abbildung 21: Beobachtungsstatistik für die Nadelwaldfläche 1

Die Vogelartenanzahl der Nadelwaldfläche (N1) befindet sich im Bereich der Laubwaldfläche. Diese liegt in der N1 mit Werten von 6 bis 11 Arten und variiert im Gegensatz zur Laubwaldfläche. Am 1. Mai 2022 wurde am frühen Morgen kartiert und dabei die meisten Vogelarten entdeckt. Darunter Erlenzeisig, Gimpel und Kolkrabe, die die Fläche nur überflogen haben und sich nicht länger in dieser aufgehalten haben.

Auffällig in dieser Fläche ist, dass jeweils nur eine Vogelart gesehen werden konnte. Das ist deutlich weniger als in den Totholzflächen, auch in der Laubwaldfläche wurden im Durchschnitt etwas mehr Arten gesichtet. In N1 wurde nur einmal eine Art gesehen, die nicht auch gehört wurde.

4.1.6 Übersicht über alle Beobachtungsflächen

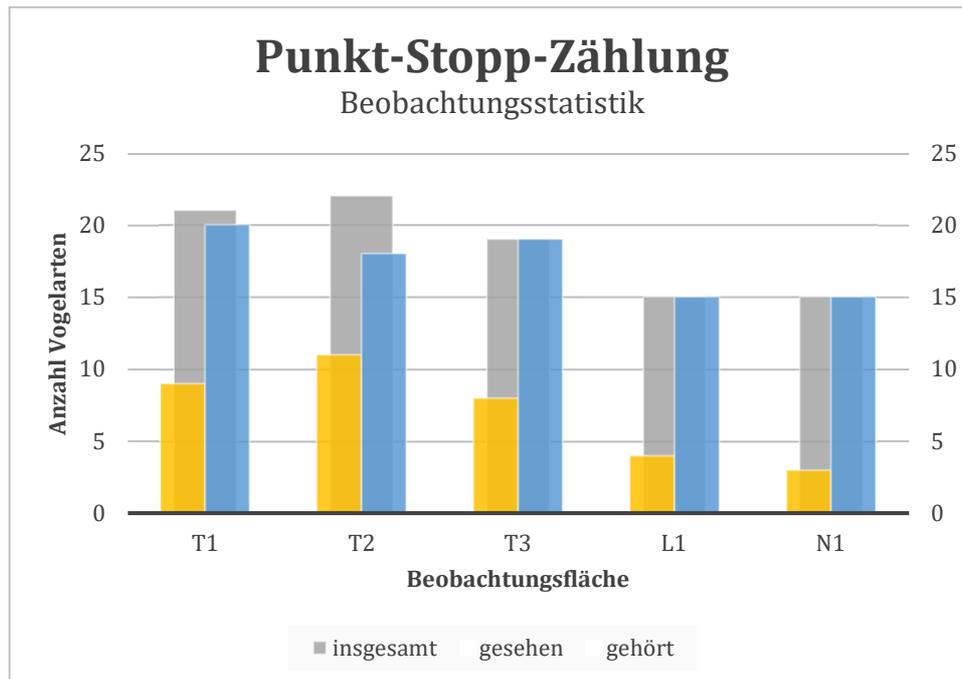


Abbildung 22: Beobachtungsstatistik der Punkt-Stopp-Zählung über alle Beobachtungsflächen

In Abbildung 22 werden die Resultate aller Beobachtungsflächen dargestellt. Im Vergleich zu Laub- und Nadelwaldflächen resultierten in den Totholzflächen eindeutig mehr Arten: In den Totholzflächen sind dies zwischen 19 und 22, in den anderen Flächen jeweils 15. In T1 bis T3 wurden ungefähr die Hälfte der festgestellten Arten auch gesehen. Bei den über alle vier Tagen aggregierten Daten zeigt sich, dass nur in Totholzflächen Arten gesichtet wurden, die nicht auch gehört wurden.

4.2 Methodenvergleich: Audiologger und Punkt-Stopp-Zählung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Punkt-Stopp-Zählungen mit denjenigen der Audiologger-Aufnahmen verglichen. Dafür wurde für jede Beobachtungsfläche ein entsprechendes Diagramm erstellt, in dem man die Unterschiede gut und einfach ausmachen kann.

Bei der ersten Kartierung vom 19. April 2022 wurden der Audiologger noch nicht eingesetzt, darum sind auf den nachfolgenden Diagrammen nur Resultate ab dem 1. Mai 2022 zu finden.

4.2.1 Totholzfläche 1

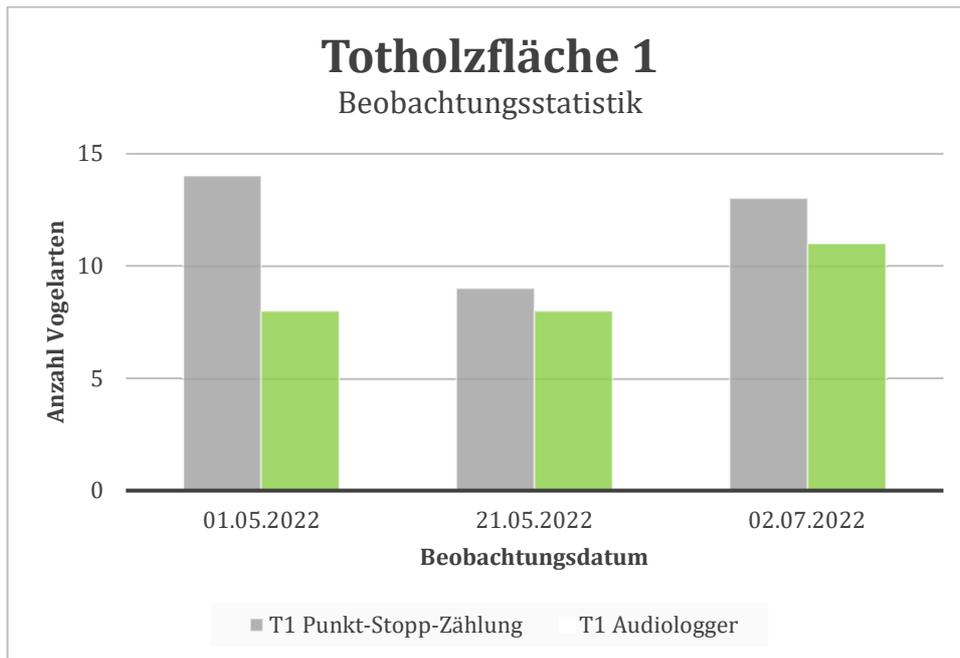


Abbildung 23: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Totholzfläche 1

Beim Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Totholzfläche 1 sind je nach Beobachtungstag ganz unterschiedliche Ergebnisse zu erkennen: Während am 1. Mai 2022 grosse Abweichungen der Resultate (6 Arten Unterschied) der beiden Methoden auszumachen sind, sind diese bei den darauffolgenden Begehungen viel kleiner (1 bzw. 2 Arten Unterschied).

Am 1. Mai 2022 wurden auffällig viele Vogelarten gesehen und von ausserhalb der Beobachtungsfläche gehört. (vgl. Kapitel 9.1 Feldblätter).

4.2.2 Totholzfläche 2

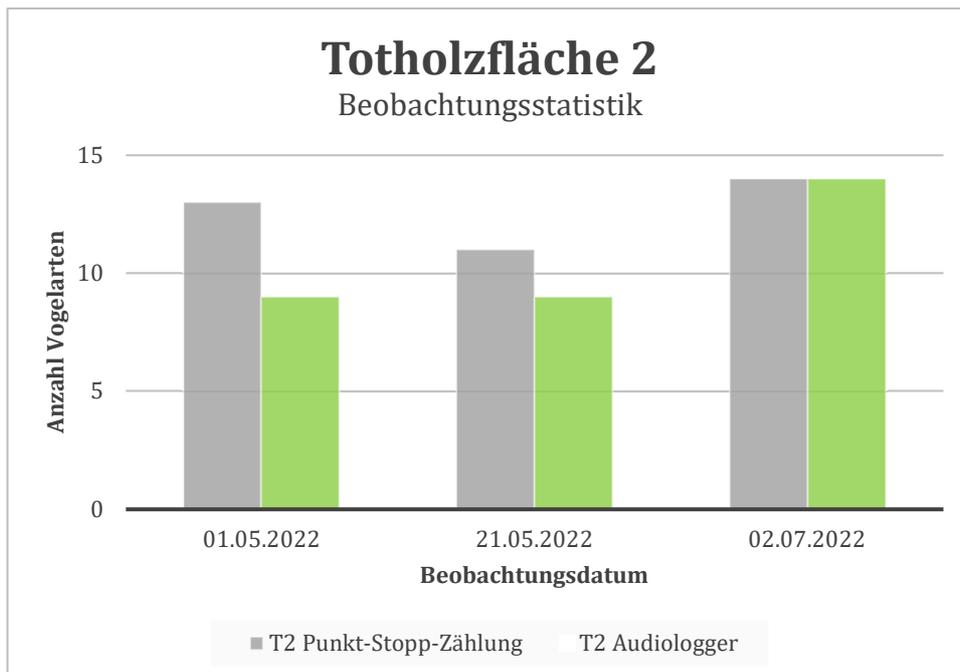


Abbildung 24: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Totholzfläche 2

Ähnlich wie bei der Totholzfläche 1 ist auch bei der Totholzfläche 2 am 1. Mai 2022 die grösste Abweichung der Resultate der beiden verschiedenen Methoden zu finden, sie beträgt hier nur 4 Arten. Bei der zweiten Datenaufnahme ist der Unterschied ebenfalls kleiner geworden: Er zählt noch 2 Arten. Bei der letzten Kartierung am 2. Juli 2022 wurde mit beiden Methoden die gleiche Anzahl Vogelarten erzielt.

4.2.3 Totholzfläche 3

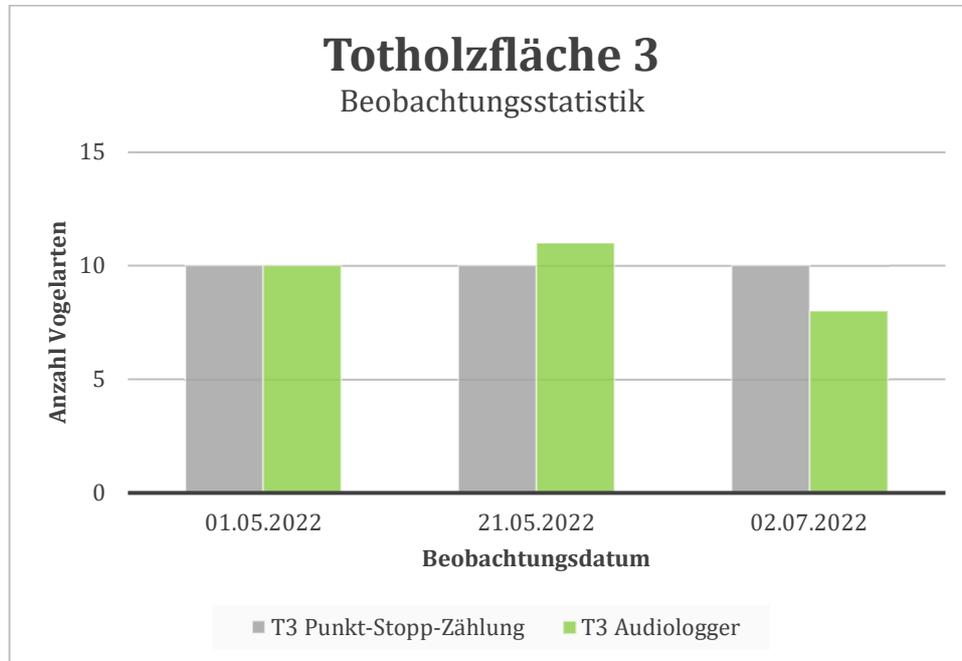


Abbildung 25: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Totholzfläche 3

Im Vergleich zu den anderen Totholzflächen sind die Abweichungen der beiden Methoden in der Totholzfläche 3 geringer. Am 1. Mai 2022 werden mit beiden Methoden gleich viele Arten festgestellt. 20 Tage später wurde vom Audiologger sogar eine Art mehr aufgenommen als mit der Punkt-Stopp-Zählung. Diese eine Art ist der Grauschnäpper, der im Feld nicht sicher bestimmt werden konnte (vgl. Kapitel 9.1 Feldblätter). Dank dem Audiologger hatte man die Möglichkeit die Aufnahmen zu Hause in aller Ruhe und mithilfe von Referenzaufnahmen sicher zu bestimmen.

Die Abweichung von 2 Arten am 2. Juli 2022 ist ähnlich hoch, wie diejenigen der anderen Flächen.

4.2.4 Laubwaldfläche 1

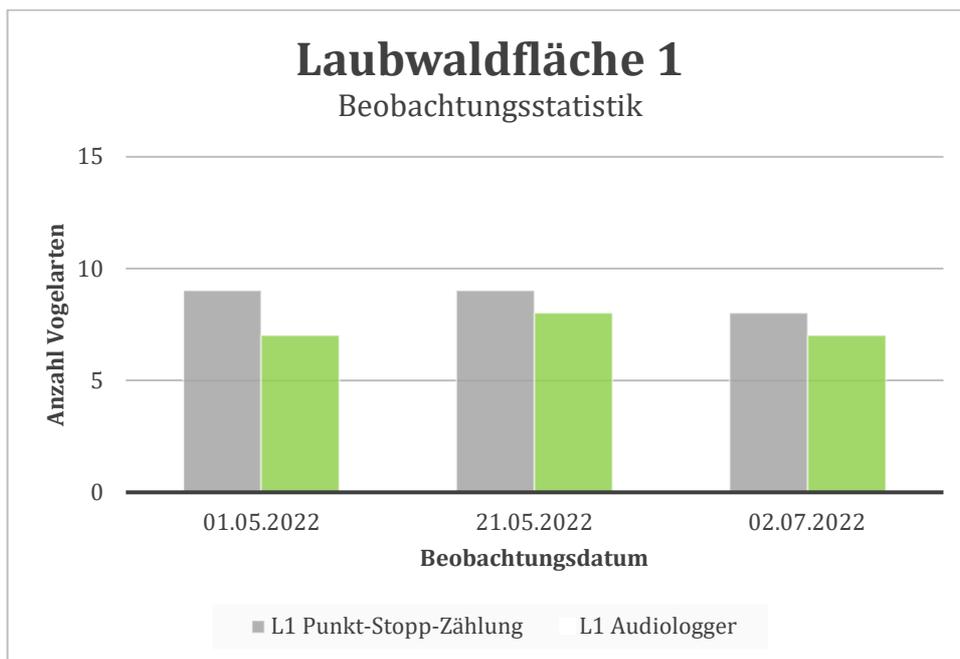


Abbildung 26: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Laubwaldfläche 1

In der Laubwaldfläche 1 wurde mit der Punkt-Stopp-Zählung immer 1 oder 2 Vogelarten mehr bestimmt.

4.2.5 Nadelwaldfläche 1

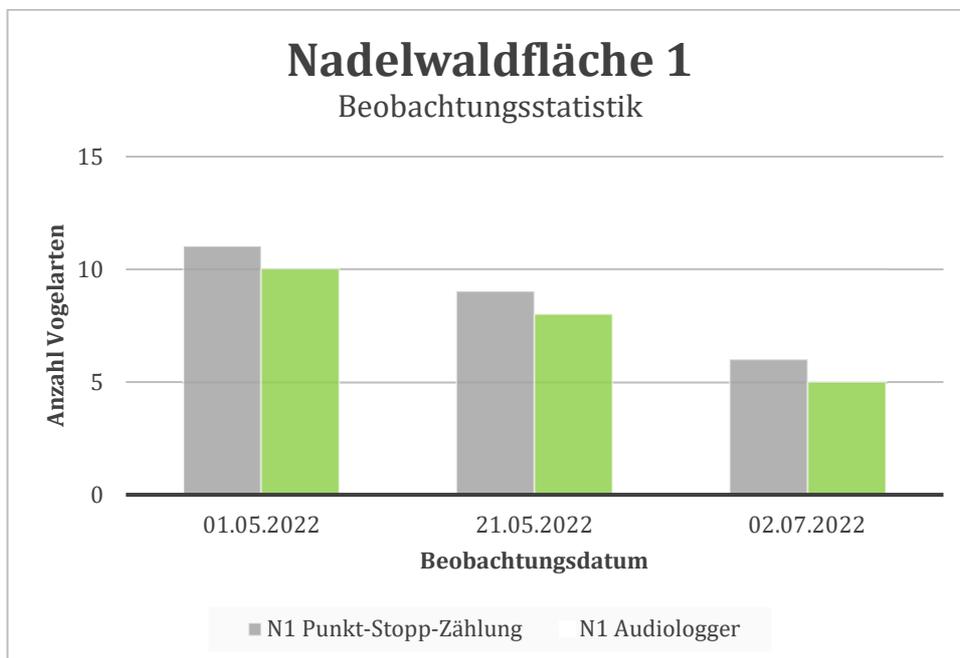


Abbildung 27: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Nadelwaldfläche 1

Wie bei der Laubwaldfläche 1 sind die Abweichungen der Resultate der beiden Methoden bei der Nadelwaldfläche 1 klein. Es wurde immer eine Art mehr mit der Punkt-Stopp-Zählung bestimmt als mit den Aufnahmen des Audiologgers.

Bemerkenswert ist, dass jeweils viele Vogelarten von ausserhalb der Fläche gehört wurden (vgl. Kapitel 9.1 Feldblätter).

4.2.6 Eingesetzte Methodik und Beobachtungsflächen

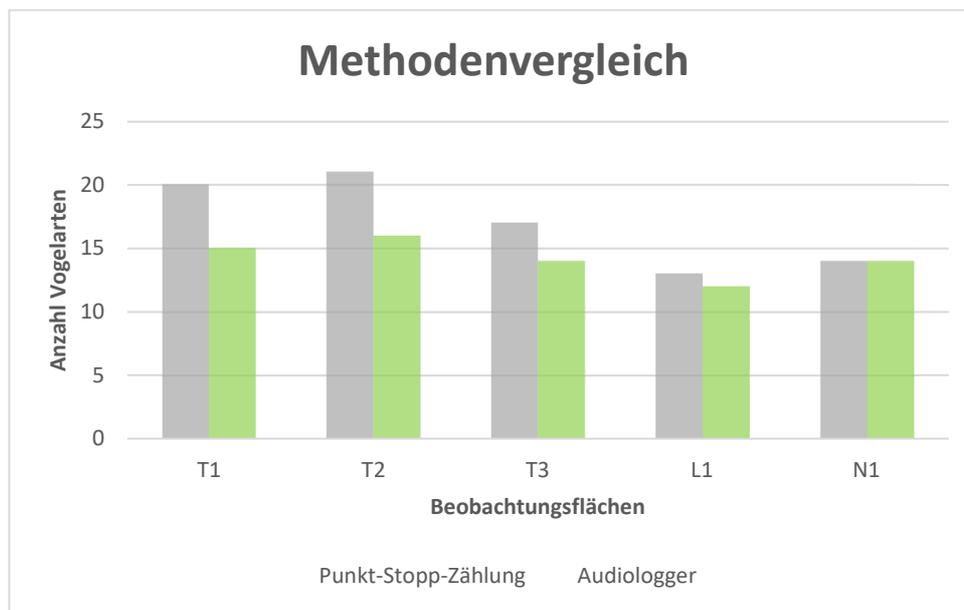


Abbildung 28: Methodenvergleich (alle Arten) über alle Flächen

Abbildung 28 zeigt den Methodenvergleich über alle Flächen. In den Totholzflächen unterliegen die Resultate der Methoden einer grösseren Abweichung als in den Laub- und Nadelwaldflächen. Die Punkt-Stopp-Zählung scheint für Totholzflächen besonders geeignet, da sie mehr Vogelarten registriert konnte. Hingegen ist in den Nadel- und Laubwaldflächen die Methodenwahl nicht gleich entscheidend.

Die grösste Abweichung der beiden Methoden mit 25% findet sich in der T1, die kleinste in der N1, wo mit beiden Methoden gleich viele Vogelarten festgestellt wurden. Die Durchschnittsabweichung liegt bei ca. 13%.

4.3 In den Beobachtungsflächen festgestellte Arten

Vogelarten	T1	T2	T3	L1	N1
Amsel	i	i	i	i	i
Blaumeise	i	i	i	a	
Buchfink	i	i	i	i	i
Buntspecht	i	i	i		
Eichelhäher	i	i	i		
Erlenzeisig					a
Gartenbaumläufer	i	i	i	a	
Gimpel					a
Grauschnäpper		i	✓		
Haubenmeise		i			i
Heckenbraunelle		i		i	
Kernbeisser	a		i		
Kleiber	i			a	
Kohlmeise	i		a		a
Kolkrabe	a				a
Misteldrossel	i	i	i	i	a
Mönchsgrasmücke	i	i	i	i	a
Rabenkrähe	a	a			
Ringeltaube	i	i	i	i	i
Rotkehlchen	i	i	i	i	i
Schwarzspecht				a	
Singdrossel	i	i	i	i	a
Sommergoldhähnchen		i			i
Sperber	a	i			
Sumpfmeise		i	a		
Tannenmeise		i	a	i	i
Waldbaumläufer		✓		a	
Wintergoldhähnchen	i	i	i		
Zaunkönig	i	i	i	i	i
Zilpzalp	i	i	i		
Total	21	22 (+1)	18 (+1)	15	15

i	Vogelart mindestens einmal innerhalb der Fläche festgestellt
a	Vogelart nur ausserhalb der Fläche oder überfliegend
✓	Vogelart nur mit Audiologger bestimmt
	Vogelart nicht festgestellt

Tabelle 7: Zusammenstellung aller im Rahmen dieser Arbeit festgestellten Vogelarten

Tabelle 7 stellt eine Artenliste aller im Rahmen dieser Arbeit festgestellten Vogelarten dar. Man kann erkennen, welche Arten innerhalb oder ausserhalb welcher Fläche registriert wurden. Desweiteren zeigt die Tabelle, welche Arten in allen fünf Flächen gefunden wurden und welche nur in einzelnen. So wurden in den Totholzflächen die meisten Vogelarten auch innerhalb der Fläche gefunden, während v.a. in der Nadel- wie auch in der Laubwaldfläche viele Arten nur ausserhalb festgestellt wurden. Amsel, Buchfink, Ringeltaube (vgl. Abbildung 30), Rotkehlchen und Zaunkönig wurden innerhalb von allen Beobachtungsflächen entdeckt.

10 Arten wurden nur auf Totholz-Probeflächen festgestellt, dazu gehören Buntspecht (vgl. Abbildung 29), Garten- und Waldbaumläufer, Eichelhäher, Grauschnäpper, Wintergoldhähnchen, Zilpzalp oder Sumpfmeise. In der Totholzfläche 2 wurden ausserdem noch viele Meisen gefunden. In der Laubwaldfläche war die Singdrossel immer ein treuer Begleiter und in der Nadelwaldfläche waren immer Sommergoldhähnchen anzutreffen.



Abbildung 29: Buntspecht



Abbildung 30: Ringeltaube

4.4 In Totholz zu erwartende, aber nicht festgestellte Arten

In diesem Kapitel wird eine Auswahl von Arten beschrieben, die in Totholzflächen hätten erwartet werden können.

Zu dieser Auswahl gehört der **Waldkauz**. Der Waldkauz ist ein Höhlenbrüter, der auf Wälder mit offenen Flächen angewiesen ist. Folglich ist der Sihlwald ein optimaler Lebensraum für ihn. In dieser Arbeit wurden jedoch keine Begehungen in der Nacht vorgenommen und somit war es nicht wahrscheinlich, auf einen Waldkauz zu treffen.

Auch der **Grünspecht** wäre in den Probe-Flächen zu erwarten gewesen, aber trotzdem nie festgestellt worden. Dieser wurde jedoch mehrmals auf dem Weg zu den Beobachtungsflächen gehört.

Die **Weidenmeise** ist eine Spezialistin für Weich- und Totholz. Trotzdem wurde sie im Sihlwald weder 1987¹⁷ noch 2022 festgestellt.

¹⁷ Müller, Werner (1988): «Avifauna Sihlwald 1987/88», Zürcher Vogelschutz, Verband der Naturschutzvereine in den Gemeinden. Online: <https://www.parcs.ch/wpz/works/publicat/avifauna/allorni5.html> (Stand: 15.09.1988; Zugriff: 04.12.2022).

Der **Gartenrotschwanz** bewohnt bevorzugt Obstgärten mit alten Bäumen, Waldränder oder lichte Wälder mit Lichtungen. Die Totholzgebiete im Sihlwald sind für den Gartenrotschwanz wohl zu wenig offen, ausserdem ist die Art in der Region grossräumig verschwunden. Eine erneute Ansiedlung ist deshalb unwahrscheinlich.¹⁸

Auch der **Girlitz** ist in lichten Wäldern anzutreffen. Jedoch sind die offenen Flächen im Sihlwald zu klein.

Im Lebensraum der **Goldammer** braucht es viele Hecken und Büsche, doch im Sihlwald sind die Totholzflächen noch nicht so gross. Ausserdem ist in diesen Flächen viel mehr stehendes Totholz als Hecken zu finden.

5 Diskussion

Im folgenden Abschnitt werden die vorhin beschriebenen Resultate entlang der im Kapitel 1 vorgestellten Leitfragen und Hypothesen diskutiert und eingeordnet.

5.1 Wie unterscheidet sich die Vogelwelt der Totholzflächen im Sihlwald von intakten Waldbeständen?

Die Datenauswertung dieser Arbeit zeigte, dass in den Totholzflächen mehr Vogelarten kartiert werden konnten als in der Laub- bzw. Nadelholzfläche.

In den drei verschiedenen Totholzflächen konnten, über die vier Kartierungen gesehen, insgesamt zwischen 19 (T3) und 23 (T2) Arten festgestellt werden. Während in den Beobachtungsflächen L1 und N1 lediglich je 15 Vogelarten gefunden werden konnten.

Zum einen könnte dies daran liegen, dass man in den Totholzflächen einen besseren Überblick hat, da die Bäume nicht so dicht stehen und diese weniger bis keine Blätter bzw. Nadeln tragen. Zum anderen bietet Totholz optimale Voraussetzungen zum Bau von Bruthöhlen, wovon höhlenbrütende Arten wie Spechte oder auch die Haubenmeise profitieren können. Im Totholz lassen sich auch natürliche Höhlen und Nischen unter abstehender, toter Rinde finden und bieten beste Nistmöglichkeiten für Baumläufer. Hinzu kommt, dass in totem oder absterbendem Holz viele Insekten und deren Larven leben, von welchen sich u.a. viele Spechtarten ernähren.¹⁹

Wegen der monotonen Zusammensetzung und der fehlenden Krautschicht, wäre zu erwarten gewesen, dass in der Nadelwaldfläche 1 weniger Vögel anzutreffen wären als in der Laubwaldfläche 1. Jedoch wies N1 gleich viele Arten auf wie L1, was sehr überraschte. Viele Arten wurden nur von ausserhalb der Nadelwaldfläche 1 gehört. Die meisten davon, befanden sich ausserhalb des Nadelwaldes (vgl. Kapitel 9.1 Feldblätter), da N1 klein ist.

In der Laubwaldfläche 1 wurden viele typische Waldvogelarten innerhalb von L1 festgestellt.

¹⁸ Müller, Werner (1988): «Avifauna Sihlwald 1987/88», Zürcher Vogelschutz, Verband der Naturschutzvereine in den Gemeinden. Online: <https://www.parcs.ch/wpz/works/publicat/avifauna/allorni5.html> (Stand: 15.09.1988; Zugriff: 04.12.2022) und Rey, Livio: «Wie Phönix aus der Asche», Schweizerische Vogelwarte. Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/avinews/august-2019/wie-phoenix-aus-der-asche> (Zugriff: 09.12.2022).

¹⁹ Dieser Abschnitt basiert auf: Schweizerische Vogelwarte: «Tot- und Altholz sind essenziell für Vögel». Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/atlas/focus/tot-und-altholz-sind-essenziell-fuer-voegel> (Zugriff: 27.11.2022)

Zur Identifikation von typischen Trennarten, welche im Wald fast ausschliesslich Totholzflächen bewohnen, waren die Probeflächen zu klein. Dazu wären Waldflächen von mehreren Dutzend oder hundert Hektar nötig, wie das im Beispiel der Waldbrandfläche in Leuk VS der Fall ist.²⁰

Die Bedeutung von Totholz zeigt sich aber nicht nur im Sihlwald. Auch im deutschen Nationalpark Harz lässt sich Ähnliches erkennen: Dort sind wegen Stürmen und Borkenkäfer grosse Fichtenflächen abgestorben. Die veränderten Bedingungen machten sich auch bei den Vögeln bemerkbar. So wurden im Jahre 2018 (nach Sturm und Borkenkäfer) bereits deutlich mehr Vogelarten festgestellt als noch zehn Jahre zuvor in den intakten Fichtenbeständen.²¹

Nicht nur Totholzflächen sorgen für eine grösserer Artenvielfalt. Resultate der *Stunde der Gartenvögel 2022* zeigen, dass Vögel Gärten mit einheimischer Bepflanzung und naturnahen Elementen wie zum Beispiel Holzhaufen bevorzugen. Diese bieten sogleich wertvolle Lebensräume für Insekten. Diese sind für Vögel, gerade während der Brutzeit, überlebenswichtig.²²

5.2 Können Unterschiede der Vogelarten zwischen den einzelnen Beobachtungszeitpunkten festgestellt werden?

Bei Beobachtungszeitpunkten am früheren Morgen (um ca. 7 Uhr) konnten tendenziell etwas mehr Vogelarten festgestellt werden. Dies lässt sich damit erklären, da viele im Rahmen dieser Arbeit festgestellten Arten bereits vor oder Sonnenaufgang zu singen beginnen.²³ Die Kartierungen hingegen starteten erst etwas nach Sonnenaufgang und dauerten etwa bis neun Uhr, wann die Gesangsaktivität bei einigen Arten bereits wieder abnimmt.²⁴

Eine Veränderung der anzutreffenden Vogelarten wegen der Jahreszeiten konnte nicht direkt beobachtet werden.

Nebst dem Beobachtungszeitpunkt haben auch andere Faktoren, wie beispielsweise das Wetter, einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Aktivität der Vögel.

5.3 Welchen Mehrwert ergibt sich aus der Kombination von traditioneller Kartierung und der Auswertung von Audioaufnahmen?

Aus Effizienzgründen wird für gewöhnlich nur eine Methode zur Kartierung genutzt.

Die Kombination der beiden unterschiedlichen Methoden war für diese Arbeit sehr wertvoll. Einerseits konnten die jeweiligen Vorteile der Methoden genutzt werden, was zum

²⁰ Rey, Livio / Kéry, Marc / Sierro, Antoine / Posse, Bertrand / Arlettaz, Raphaël / Jacot, Alain (2019): «Effects of forest wildfire on inner-Alpine bird community dynamics», Plos One. Online: https://boris.unibe.ch/141501/1/Rey_PLoSONE2019.pdf (Stand: 24.04.2019; Zugriff: 10.12.2022).

²¹ Dieser Abschnitt basiert auf: Nationalpark Harz: «Totholz im Sihlwald fördert die Vogel-Vielfalt». Online: https://www.nationalpark-harz.de/de/aktuelles/2018/2018_07_31_Vogelmonitoring-Totholz/ (Stand: 01.08.2018; Zugriff: 23.10.2022).

²² Dieser Abschnitt basiert auf: BirdLife Schweiz: «Stunde der Gartenvögel 2022 – Resultate». Online: <https://www.birdlife.ch/de/content/stunde-der-gartenvoegel-2022-resultate> (Zugriff: 19.11.2022).

²³ Bergmann, Hans-Heiner / Westphal, Uwe (2014): «Grundkurs Vogelstimmen», Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim, S. 68.

²⁴ Schweizerische Vogelwarte: «Wann, wie oft, wie lange?». Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/aktuelle-themen/wann-wie-oft-wie-lange> (Zugriff: 19.11.2022).

einen zu mehr Vogelarten und zum anderen zu mehr Bestimmungssicherheit führte. Andererseits konnten die erhaltenen Resultate direkt miteinander verglichen werden, da sie zeitgleich erhoben wurden.

In Tabelle 8 werden die Vor- und Nachteile der beiden aufgelistet.

Punkt-Stopp-Zählung	Audiologger
<ul style="list-style-type: none"> + Arten können auch gesehen werden. + Kartierende Person kann sich in alle Richtungen drehen, um Vögel besser hören oder sehen zu können. + Minimale Nachbearbeitung. 	<ul style="list-style-type: none"> + Feldaufwand kann minimiert werden. + Feldaufnahmen können in verschiedenen Gebieten zu gleichen Zeiten getätigt werden, sofern mehrere Geräte vorhanden sind. + Besonders bei mehrmaliger Wiederholung geeignet. + Praktisch bei der Suche einer bestimmten Art. + Aufnahme sind rund um die Uhr möglich, auch während der Nacht. + Bei Unsicherheit kann auch eine Zweitmeinung eingeholt werden.
<ul style="list-style-type: none"> – Anreise nimmt viel Zeit in Anspruch. – Man kann nicht gleichzeitig an verschiedenen Orten sein (und falls mehrere Personen gleichzeitig aufnehmen, ist die Vergleichbarkeit nicht gewährleistet). 	<ul style="list-style-type: none"> – Zeitintensive Auswertung, da diese Methode ein mehrfaches Studium der gleichen Aufnahme ermöglicht, um eine hohe Bestimmungsqualität zu erreichen. – Lärmquellen (Regen, Bach, ...) ergeben starkes Rauschen. Auswertung wird dadurch erschwert. – Arten sind nur akustisch bestimmbar. – Gehör scheint eine grössere Reichweite zu haben als der verwendete Audiologger.

Tabelle 8: Vor- und Nachteile der beiden Methoden

Die Gewichtung der Vor- und Nachteile der beiden Methoden kann je nach gewählter Anwendung unterschiedlich ausfallen.

Für ähnliche Folgearbeiten mit mehreren Probeflächen empfiehlt sich aus zeitlichen Gründen die ausschliessliche Verwendung der Punkt-Stopp-Zählung. Tendenziell liefert diese mehr Arten, da die Vögel auch visuell bestimmt werden können. Leise oder weitentfernte Vogelstimmen lassen sich besser bestimmen, wenn das Ohr in die Rufrichtung gedreht werden kann. Jedoch sind für die Verwendung dieser Methode sehr gute Kenntnisse der Vogelstimmen unabdingbar. Es ist keine Nachbestimmung möglich, weshalb gelegentlich eine Stimme nicht bestimmt werden kann. Diese Empfehlung gilt insbesondere, wenn nur ein Audiologger zur Verfügung steht.

Die Methode mit einem Audiologger empfiehlt sich, wenn man in einem Gebiet eine bestimmte Vogelart nachweisen möchte. Vorausgesetzt wird, dass diese Vogelart einigermassen stimmfreudig ist. Je nach Logger kann so über länger Zeit Aufnahmen gemacht werden. Die Aufnahmen können mehrmals abgespielt, und Fachpersonen können hinzugezogen werden.

Stehen mehrere Audiologger zur Verfügung, sind Simultanaufnahmen möglich. Aufnahmen können in verschiedenen Probestellen am gleichen Tag und zur exakt gleichen Uhrzeit und über ein längeres Zeitfenster aufgenommen werden.

5.4 Einordnung, praktische Bedeutung

Die Stiftung Sihlwald plant frühestens ab 2024 ein umfassendes Kartierungsprojekt zur Bewertung der Biodiversität in den Totholzflächen. Die vorliegende Arbeit kann als kleines Pilotprojekt verstanden werden, dessen Erkenntnisse in die Planung des breiter angelegten Projekts der Stiftung einfließen können.

5.5 Ungenauigkeiten und Fehlerquellen

- Bei der Kartierung kann es Ungenauigkeiten gegeben haben. Vereinzelt Stimmen konnten im Feld nicht sicher bestimmt werden und wurden nicht gezählt.
- Es ist nicht auszuschließen, dass einzelne Vögel nicht bemerkt wurden (visuell oder auditiv).
- Es ist sehr schwierig, ein Gefühl dafür zu entwickeln, was innerhalb bzw. ausserhalb der Beobachtungsfläche ist.
- Das Beobachtungsgebiet ist sehr kleinräumig, daher sind die Beobachtungsflächen zu klein.
- Sowohl die Beobachtungsdauer als auch der Stichprobenumfang ist eher klein. Für aussagekräftiger Resultate ist eine umfassendere Datengrundlage erforderlich.
- Wettereinflüsse dürfen nicht vernachlässigt werden. Eine höhere Anzahl Stichproben trägt dazu bei, diese Variabilität besser zu verstehen.

5.6 Fazit

Im Folgenden werden die im Kapitel 1.2 formulierten Hypothesen auf Basis der erarbeiteten Resultate überprüft.

Hypothese 1	In den Totholzflächen sind mehr Vogelarten zu beobachten als in den Flächen ohne Totholz.
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Die Resultate deuten auf einen Zusammenhang zwischen Totholzflächen und beobachteten Vogelarten hin. Einerseits wurden in den Totholzflächen artenmässig mehr festgestellt, andererseits war die Artenzusammensetzung eine andere. So wurden in den Totholzflächen 19 bis 23 verschiedene Arten bestimmt, während es in der Laubwaldfläche und in der Nadelwaldfläche nur je 15 waren. Ausserdem wurden ganze 10 Arten nur in den Totholz-Beobachtungsflächen festgestellt. Darunter sind beispielsweise Buntspecht, Garten- und Waldbaumläufer, Eichelhäher, Grauschnäpper, Wintergoldhähnchen, Zilpzalp oder Sumpfmehlschäfer zu finden.

Hypothese 2	Vogelarten wie Spechte und Baumläufer sind in den Totholzflächen häufiger anzutreffen.
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------

In allen Totholz-Probestellen wurden der Buntspecht und der Gartenbaumläufer nachgewiesen, in der Totholzfläche 2 sogar der Waldbaumläufer. Im Totholz finden sowohl der höhlenbrütende Buntspecht als auch Garten- und Waldbaumläufer, die auf natürliche Höhlen und Nischen angewiesen sind, beste Nistmöglichkeiten. Hinzu kommt, dass in totem oder absterbenden Holz und dessen Rinde viele Insekten und deren Larven leben, von welchen sich viele Specht- und Baumläuferarten ernähren. In den Nicht-Totholzflächen wurden diese Arten dementsprechend selten oder nicht festgestellt.

Hypothese 3	Mit der Punkt-Stopp-Zählung können mehr Arten festgestellt werden als mit den Audiologger-Aufnahmen.
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

In dieser Arbeit wurden tatsächlich mehr Arten mit der Punkt-Stopp-Zählung bestimmt als mit den Audiologger-Aufnahmen. Einerseits können bei der traditionellen Kartierung die Arten auch visuell erfasst werden und andererseits kann sich die kartierende Person in alle Richtungen drehen, um die Vögel besser hören oder sehen zu können. Ausserdem scheint die Reichweite des verwendeten Audiologgers dem Gehör unterlegen.

Hypothese 4	Dank den Audiologger-Aufnahmen können einige Arten, zusätzlich nachgewiesen werden, die bei herkömmlichen Feldaufnahmen leicht entgehen.
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Mithilfe der Audiologger-Aufnahmen wurden zwei Arten aufgenommen, die der Punkt-Stopp-Zählung entgangen sind, nämlich der Grauschnäpper in der Totholzfläche 3 und der Waldbaumläufer in der Totholzfläche 2. Dank den Audioaufnahmen konnten diese beiden Arten nachträglich sicher bestimmt werden.

Hypothese 5	Audiologger-Aufnahmen unterstützen die nachträgliche Verifizierung von Feldaufnahmen.
-------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Die Kombination der Punkt-Stopp-Zählungen und den Aufnahmen des Audiologgers haben sich bewährt und konnte die Qualität der Auswertungen erhöhen. Dank ihnen konnten die Resultate der Punkt-Stopp-Zählung überprüft werden und gelegentlich nachträglich eine zusätzliche Art bestimmt werden. Jedoch musste viel Zeit investiert werden, da ja wie doppelt ausgewertet werden musste.

5.7 Ausblick

5.7.1 Was könnte beim nächsten Mal besser gemacht werden?

Bei einer nächsten Arbeit wäre hilfreich, wenn man sich genügend Zeit nimmt, um die Beobachtungsflächen in aller Ruhe auszuwählen. Denn gewisse «Mängel» erkennt man erst bei einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Gebiet, am besten direkt vor Ort.

Um aussagekräftigere Resultate zu bekommen, könnte man ausserdem mehr Daten erheben. Es ist anzunehmen, dass bei frühmorgendlichen Kartierungen noch weitere Arten hätten festgestellt werden können.

Um auch nachtaktive Vogelarten wie der Waldkauz zu erfassen, wäre der Einsatz von Audiloggern zu empfehlen.

5.7.2 Was wären interessante Folgearbeiten bzw. Fragestellungen?

In Folgearbeiten zu dieser Maturitätsarbeit wäre interessant herauszufinden, wozu die festgestellten Vogelarten die Totholzflächen überhaupt nutzen. Zum Brüten? Zur Nahrungssuche? Um sich an der Sonne aufzuwärmen? Oder für noch etwas anderes?

Wichtig zu wissen wäre ausserdem, wie gross eine Totholzinsel sein muss, damit typische Totholzvogelarten einwandern und dort ansiedeln. Denn die in dieser Arbeit besuchten Totholzflächen waren wahrscheinlich eher klein.

Auch spannend zu erfahren wäre, welche anderen Lebewesen wie Insekten, Pilze, Pflanzen, Säugetiere, usw. im Totholz im Sihlwald leben. Denn Vögel sind überaus mobil und

nicht so stark standortgebunden wie andere Lebewesen (z.B. Pflanzen), weshalb der Wert der Totholzflächen für die allgemeine Biodiversität nicht allein vom Zustand der Vogelwelt abgeleitet werden darf.²⁵

Ein umfangreicher Einsatz von Audiologgern ist gerade zur Vergrößerung der Datengrundlage zu empfehlen. Zur automatisierten Auswertung der so anfallenden grossen Datenmenge könnten neue Technologien wie Machine Learning eingesetzt werden.²⁶ Solche innovativen Technologien zur Audioanalyse wurden für diese Arbeit jedoch keine eingesetzt.

6 Zusammenfassung

Auf Grundlage von zwischen April und Juli 2022 durchgeführten Feldaufnahmen wurde die Bedeutung von Totholzflächen für die Vogelwelt im Sihlwald beschrieben.

Die Feldaufnahmen wurden in fünf ähnlich grossen Beobachtungsflächen durchgeführt: Eine Laubwaldfläche, eine Nadelwaldfläche und drei Totholzflächen. Es wurden zwei unterschiedliche Methoden zur Erfassung der Vogelarten verwendet. Die Punkt-Stopp-Zählungen ist eine methodisch vergleichsweise einfach und wenig zeitintensive Kartierungsart. Wichtig zu erwähnen ist, dass diese Erfassungsmethode nur für vergleichende Auswertungen eingesetzt werden sollte, was in der vorliegenden Arbeit gegeben ist. Unterstützend dazu wurden während den Zählungen im Feld Audiologger installiert, um die mittels Punkt-Stopp-Zählung durchgeführten Feldaufnahmen anhand der Audioaufnahmen zu verifizieren oder entgangene Vogelarten nachträglich zu entdecken.

Bei der Auswertung der Daten stellte sich heraus, dass in den Totholzflächen mehr verschiedene Vogelarten (19 bis 23) gefunden wurden als in der Laubwaldfläche oder der Nadelwaldfläche (je 15). Dies liegt wahrscheinlich daran, dass Totholz einen einzigartigen Lebensraum mit Nistmöglichkeiten und grossem Nahrungsangebot für Vögel und andere Lebewesen darstellt.

Unterschiede der Vogelarten zwischen den einzelnen Beobachtungszeitpunkten konnten nicht direkt festgestellt werden. Generell lässt sich jedoch aussagen, dass die Vögel im Allgemeinen am frühen Morgen eindeutig aktiver sind als während den Mittagsstunden.

Beim Methodenvergleich von Punkt-Stopp-Zählung und Aufnahmen vom Audiologgern kann festgehalten werden, dass mit der traditionellen Kartierungsmethode mehr Arten gefunden wurden als auf den Audiologger-Aufnahmen. Im Gegenzug konnten dank den Aufnahmen vereinzelt Vogelstimmen nachträglich bestimmt werden.

Die im Rahmen dieser Maturitätsarbeit erarbeiteten Resultate deuten klar darauf hin, dass Totholz von grosser Bedeutung für die Vogelwelt im Sihlwald ist. So wurden nicht weniger als 10 Vogelarten ausschliesslich in den Totholz-Beobachtungsflächen festgestellt.

²⁵ Dieser Abschnitt basiert auf: Bühler, Ueli: «Vögel in Bündner Naturwaldreservaten». Online: https://naturmuseum.gr.ch/de/OAG/publikationen/Documents/Avifauna_in_NWR.pdf (Zugriff: 19.11.2022).

²⁶ Stowell, Dan / Wood, Michael D. / Pamuła, Hanna / Stylianou, Yannis / Glotin, Hervé (2018): «Automatic acoustic detection of birds through deep learning: The first Bird Audio Detection challenge», *Methods in Ecology and Evolution*, British Ecological Society. Online: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.13103> (Stand: 10.10.2018; Zugriff: 10.12.2022).

7 Dank

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben:

- Balz Gysi (Biologielehrer Kantonsschule Freudenberg) für die Betreuung meiner Maturitätsarbeit und die spannenden inhaltlichen Anregungen
- Ronald Schmidt (Projektleiter Monitoring, Forschung und GIS der Stiftung Wildnispark Sihlwald) für die Unterstützung bei der Themenauswahl, zur Verfügungstellung der Geodaten des Sihlwalds, die Gebietsvorschläge der Beobachtungsflächen und die wertvollen Inputs für die schriftliche Arbeit
- Martin Weggler (Ornithologiebüro Weggler) für die Unterstützung bei der Themenauswahl, die Betreuung in methodischen Belangen, die Bereitstellung des Audiologgers und des Messplättchens sowie die wertvollen Inputs für die schriftliche Arbeit
- meinen Eltern für die Unterstützung beim Verfassen der Arbeit, die kartografische Aufbereitung der Geodaten sowie die Bildaufnahmen während den Kartierungen
- meinem Bruder Elias, der mir aussagekräftige Vogelaufnahmen für diese Arbeit zur Verfügung gestellt hat

8 Bibliografie

8.1 Literatur

Bergmann, Hans-Heiner / Westphal, Uwe (2014): «Grundkurs Vogelstimmen», Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim, S. 48-51 und 68

BirdLife Schweiz: «Stunde der Gartenvögel 2022 – Resultate». Online: <https://www.birdlife.ch/de/content/stunde-der-gartenvoegel-2022-resultate> (Zugriff: 19.11.2022)

Brändli, Kathrin / Stillhard, Jonas / Hobi, Martina / Brang, Peter, «Waldinventur 2017 im Naturerlebnispark Sihlwald». Online: <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A23695/datastream/PDF/Br%C3%A4ndli-2020-Waldinventur-2017-im-Naturerlebnispark-Sihlwald-%28published-version%29.pdf> (Stand: 2020; Zugriff: 23.10.2022)

Brändli, Urs-Beat / Abegg, Meinrad / Allgaier Leuch, Barbara (2020): «Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der vierten Erhebung 2009–2017», Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Bern, Bundesamt für Umwelt, S. 341

Bundesamt für Umwelt (2015): «Massnahmenbereich 2: Förderung Alt- und Totholz»

Bühler, Ueli «Vögel in Bündner Naturwaldreservaten». Online: https://naturmuseum.gr.ch/de/OAG/publikationen/Documents/Avifauna_in_NWR.pdf (Zugriff: 27.11.2022)

Cornell University, The Cornell Lab: «Raven Sound Analysis». Online: <https://ravensoftware.com/software/raven-lite/> (Zugriff: 27.11.2022)

Fink, Caroline (2020): «Sihlwald – Wild und Schön», AS Verlag & Buchkonzept AG, Zürich, S. 84-95

Forst-rast.de, «Die Winkelzählprobe (WZP)». Online: <https://www.forst-rast.de/WZP.html> (Zugriff: 27.10.2022)

Fritsche, Liv, «Remote Sensing Analysis of the Impact of Spruce Bark Beetle (*Ips typographus*) on Forest Health in the Wildnispark Zürich». Online: http://parcs.ch/wpz/mmd_fullentry.php?docu_id=42645 (Stand: 30.04.2021; Zugriff: 23.10.2022)

GIS-Browser: «Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Kanton Zürich». Online: <https://maps.zh.ch/s/vyyxmejv> (Zugriff: 04.12.2022)

Knaus, Peter / Antoniazza, Sylvain / Wechsler, Samuel / Guélat, Jérôme / Kéry, Marc / Strebel, Nicolas / Sattler, Thomas (2018): «Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016», Schweizerische Vogelwarte, Sempach, S. 14-22, 164-165 und 298-299

Meyer, Carsten (2020): «AudioMoth: Der Open-Source-Audiologger», Heise Online. Online: <https://www.heise.de/news/AudioMoth-Der-Open-Source-Audiologger-4779435.html> (Stand: 10.06.2020; Zugriff: 11.12.2022)

Müller, Werner (1988): «Avifauna Sihlwald 1987/88», Zürcher Vogelschutz, Verband der Naturschutzvereine in den Gemeinden. Online: <https://www.parcs.ch/wpz/works/publicat/avifauna/allorni5.html> (Stand: 15.09.1988; Zugriff: 04.12.2022)

- Nationalpark Harz: «Totholz im Sihlwald fördert die Vogel-Vielfalt». Online: https://www.nationalpark-harz.de/de/aktuelles/2018/2018_07_31_Vogelmonitoring-Totholz/ (Stand: 01.08.2018; Zugriff: 23.10.2022)
- Naturerlebnispark Sihlwald: «Park von nationaler Bedeutung». Online: <https://www.wildnispark.ch/de/der-park/naturerlebnispark-sihlwald> (Zugriff: 23.10.2022)
- Rey, Livio: «Wie Phönix aus der Asche», Schweizerische Vogelwarte. Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/avinews/august-2019/wie-phenix-aus-der-asche> (Zugriff: 09.12.2022)
- Rey, Livio / Kéry, Marc / Sierro, Antoine / Posse, Bertrand / Arlettaz, Raphaël / Jacot, Alain (2019): «Effects of forest wildfire on inner-Alpine bird community dynamics», Plos One. Online: https://boris.unibe.ch/141501/1/Rey_PLoS ONE2019.pdf (Stand: 24.04.2019; Zugriff: 10.12.2022)
- Rigling, Andreas / Stähli, Manfred (2020): «Dürre Buchen und tote Fichten: Sonderausgabe über die Trockenheit 2018», Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Online: <https://www.wsl.ch/de/2020/09/duerre-buchen-und-tote-fichten-schweizer-forstzeitschrift-ueber-die-trockenheit-2018.html> (Stand: 14.09.2020; Zugriff: 10.12.2022)
- Roth, Isabelle / Stauffer, Christian / Christen, Markus / Hindenlang, Karin / Würsch, Mirjam / Schmidt, Ronald, «Charta Wildnispark Zürich Sihlwald 2009-2018». Online: https://www.wildnispark.ch/?action=get_file&id=182&resource_link_id=1d3 (Stand: 01.2010; Zugriff: 23.10.2022)
- Schweizerische Vogelwarte: «Notenschrift und Sonagramm». Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/aktuelle-themen/notenschrift-und-sonagramm> (Zugriff: 23.10.2022)
- Schweizerische Vogelwarte: «Tot- und Altholz sind essenziell für Vögel». Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/atlas/focus/tot-und-altholz-sind-essenziell-fuer-voegel> (Zugriff: 27.11.2022)
- Schweizerische Vogelwarte: «Wann, wie oft, wie lange?». Online: <https://www.vogelwarte.ch/de/vogelwarte/news/aktuelle-themen/wann-wie-oft-wie-lange> (Zugriff: 19.11.2022)
- SRF, Mission B: «Totholz für mehr Biodiversität – Ein gesunder Wald braucht tote Bäume». Online: <https://www.srf.ch/sendungen/me-biodiversitaet/ein-gesunder-wald-braucht-tote-baeume> (Stand: 06.09.2019; Zugriff: 23.10.2022)
- Stowell, Dan / Wood, Michael D. / Pamuła, Hanna / Stylianou, Yannis / Glotin, Hervé (2018): «Automatic acoustic detection of birds through deep learning: The first Bird Audio Detection challenge», Methods in Ecology and Evolution, British Ecological Society. Online: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.13103> (Stand: 10.10.2018; Zugriff: 10.12.2022)
- Südbeck, Peter / Andretzke, Hartmut / Fischer, Stefan / Gedeon, Kai / Schikore, Tasso / Schröder, Karsten / Sudfeld, Christoph (2005): «Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands», Mugler Druck und Verlag GmbH, Radolfzell, S. 54-58

8.2 Abbildungen

Alle Abbildungen stammen von der Autorin ausser

Biegger, Elias: Abbildung 1, Abbildung 29 und Abbildung 30

Biegger, Stefan: Titelbild, Abbildung 2, Abbildung 4, Abbildung 5, Abbildung 6, Abbildung 7, Abbildung 8, Abbildung 14 und Abbildung 16

Dickerhof, Corinna: Abbildung 3, Abbildung 10 und Abbildung 11

9 Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Singdrossel als typische Vertreterin im Wald.....	3
Abbildung 2: Totholzfläche 3 am 02.07.2022.....	5
Abbildung 3: Perimeter Sihlwald (Quelle: Orthofoto Sommer 2020, Kanton Zürich. Basiskarte Zürich Raster, Stadt Zürich. Perimeter Sihlwald, Wildnispark Zürich)	6
Abbildung 4: Panoramabild einer Punkt-Stopp-Zählung in der Totholzfläche 1 am 01.05.2022	7
Abbildung 5: Audiologger im Feld	8
Abbildung 6: Sonagramm eines Sommergoldhähnchens (1), einer Amsel (2), einer Mönchsgrasmücke (3) und eines Buchfinks (4) in der Nadelwaldfläche 1 am 1. Mai 2022	9
Abbildung 7: Sonagramm eines Zilpzalps in der Totholzfläche 1 am 2. Juli 2022	9
Abbildung 8: Die Winkelzählprobe.....	10
Abbildung 9: Feldmaterial	10
Abbildung 10: Schutzzonen des Sihlwalds (Quelle: Basiskarte Zürich Raster, Stadt Zürich. Perimeter Sihlwald und Schutzzonen, Wildnispark Zürich)	11
Abbildung 11: Beobachtungsflächen (Quelle: Basiskarte Zürich Raster, Stadt Zürich. Perimeter Sihlwald, Wildnispark)	12
Abbildung 12: Totholzfläche 1 am 19. April 2022.....	13
Abbildung 13: Totholzfläche 2 am 27. März 2022.....	13
Abbildung 14: Totholzfläche 3 am 21. Mai 2022.....	14
Abbildung 15: Laubwaldfläche 1 am 19. April 2022	14
Abbildung 16: Nadelwaldfläche 1 am 2. Juli 2022.....	15
Abbildung 17: Beobachtungsstatistik für die Totholzfläche 1.....	16
Abbildung 18: Beobachtungsstatistik für die Totholzfläche 2.....	17
Abbildung 19: Beobachtungsstatistik für die Totholzfläche 3.....	18
Abbildung 20: Beobachtungsstatistik für die Laubwaldfläche 1	19
Abbildung 21: Beobachtungsstatistik für die Nadelwaldfläche 1.....	19
Abbildung 22: Beobachtungsstatistik der Punkt-Stopp-Zählung über alle Beobachtungsflächen.....	20
Abbildung 23: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Totholzfläche 1	21
Abbildung 24: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Totholzfläche 2	21
Abbildung 25: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Totholzfläche 3	22
Abbildung 26: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Laubwaldfläche 1..	23
Abbildung 27: Vergleich der Resultate der beiden Methoden in der Nadelwaldfläche 1	23
Abbildung 28: Methodenvergleich (alle Arten) über alle Flächen	24
Abbildung 29: Buntspecht.....	26
Abbildung 30: Ringeltaube	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenbeschreibung Totholzfläche 1.....	13
Tabelle 2: Flächenbeschreibung Totholzfläche 2.....	13
Tabelle 3: Flächenbeschreibung Totholzfläche 3.....	14
Tabelle 4: Flächenbeschreibung Laubwaldfläche 1	14
Tabelle 5: Flächenbeschreibung Nadelwaldfläche 1	15
Tabelle 6: Übersicht aller mit der Punkt-Stopp-Zählung festgestellten Vogelarten in den Beobachtungsflächen. Σ : Arten insgesamt (gesehen und/oder gehört), \odot : gesehen, \otimes : gehört.....	15
Tabelle 7: Zusammenstellung aller im Rahmen dieser Arbeit festgestellten Vogelarten	25
Tabelle 8: Vor- und Nachteile der beiden Methoden.....	29

9.1 Feldblätter

Die Erhebungsdaten wurden analog auf ein Feldblatt pro Untersuchungsgebiet notiert.

Um die Lesbarkeit der Feldblätter zu gewährleisten, wurden die Resultate digital übertragen und mit Farbe hervorgehoben.

	Gesehen
	Gehört
✓	Audiologger
	Keine Daten erhoben
i	Innerhalb der Beobachtungsfläche
a	Ausserhalb der Beobachtungsfläche
a→i	Gleiches Individuum zuerst ausserhalb, dann innerhalb der Fläche

Bei der Auswertung wurden nur die eingefärbten Beobachtungen gezählt (gelb, grün, violett). Beobachtungen vor oder nach dem Messzeitraum wurden zwar im Feldblatt erhoben, erscheinen aber nicht in der Auswertung (Bsp. i (12. Min), i (vorher), i (beim Weggehen)).

Mehrere Buchstaben in einem Feld (Bsp. aii) bedeuten, dass mutmasslich mehrere Individuen einer Art in der Fläche zugegen waren. So bedeutet beispielsweise aii, dass zuerst ein Individuum ausserhalb der Fläche, dann zwei innerhalb festgestellt wurden.

T1

(Totholz)

Beobachtungsfläche:

Wetter 1: Sonnig
Wetter 2: Bewölkt, nass
Wetter 3: Feucht, warm, bewölkt,
 Regen
Wetter 4: Bewölkt

Datum 1: 19. 4. 22 **Zeit 1:** 7:11 – 7:21
Datum 2: 1. 5. 22 **Zeit 2:** 9:13 – 9:23
Datum 3: 21. 5. 22 **Zeit 3:** 7:01 – 7:11
Datum 4: 2. 7. 22 **Zeit 4:** 8:07 – 8:17

Bemerkungen: 1: Baustelle, Kühe 2: Reh 4: Fuchs

Vogelarten	gesehen				gehört				Audiologger			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Amsel	ia				a	a	ai			✓	✓	✓
Blaumeise					i	a		i				✓
Buchfink					i	iaa	aia	a		✓	✓	✓
Buntspecht				i	aa	i		i				✓
Eichelhäher		a	i→a			a		a				✓
Gartenbaumläufer	i					a	i	i			✓	✓
Kernbeisser						a				✓		
Kleiber								i				
Kohlmeise					a			i				
Kolkrabe						a						
Misteldrossel					a			i			✓	
Mönchsgrasmücke	i			ii	a	a		ii				✓
Rabenkrähe		a			a	aa				✓		
Ringeltaube	aa	a	iaa		a	ia	iaiaa	a		✓	✓	✓
Rotkehlchen					i	ai		a		✓		✓
Singdrossel					aa	iaa		a		✓	✓	✓
Sperber		a										
Wintergoldhähnchen					i							
Zaunkönig	i				ia	iaa		ai		✓	✓	✓
Zilpzalp					ii		i	i			✓	✓

T2

(Totholz)

Beobachtungsfläche:

Sonnig

Wetter1:

7:43 – 7:53

Datum 1: 19. 4. 22

Bewölkt, nass

Wetter2:

8:39 – 8:49

Datum 2: 1. 5. 22

Nass, warm, regnerisch

Wetter3:

7:41 – 7:51

Datum 3: 21. 5. 22

Bewölkt

Wetter4:

7:31 – 7:41

Datum 4: 2. 7. 22

Bemerkungen:

Vogelart	gesehen				gehört				Audiologger				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Amsel	i	i			i	ai	a	a		✓	✓	✓	4
Blaumeise					i	i	i	i		✓			✓
Buchfink				i	i		aai				✓		✓
Buntspecht					ii			i					
Eichelhäher								a					
Gartenbaumläufer		i				i							✓
Grauschnäpper				i									
Haubenmeise			i	ii		a	i			✓	✓	✓	✓
Heckenbraunelle													✓
Mäusebussard													
Misteldrossel						a		i					✓
Mönchsgrasmücke				i	a		i				✓		✓
Rabenkrähe	a												
Ringeltaube			aa	i	aa	a	iaa	a		✓	✓	✓	✓
Rotkehlchen					ii	ia		i		✓			✓
Schwarzspecht					i								
Singdrossel					ia	a	aa	a		✓	✓	✓	✓
Sommergoldhähnchen							i						
Sperber				i									
Sumpfmeise		i			i	i	ila	i			✓		✓
Tannenmeise										✓			
Wintergoldhähnchen					i								
Zaunkönig					a	i	a	a		✓	✓	✓	✓
Zilpzalp				i		a		i		✓	✓	✓	✓

Datum 1: 19. 4. 22 **Zeit 1:** 8:11 – 8:22 **Wetter 1:** Sonnig **Beobachtungsfläche:** **T3**
Datum 2: 1. 5. 22 **Zeit 2:** 8:14 – 8:24 **Wetter 2:** Bewölkt, feucht, neblig (Totholz)
Datum 3: 21. 5. 22 **Zeit 3:** 8:05 – 8:15 **Wetter 3:** Nass, bewölkt
Datum 4: 2. 7. 22 **Zeit 4:** 6:21 – 6:31 **Wetter 4:** bewölkt

Bemerkungen:

Vogelart	gesehen				gehört				Audiologger			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Amsel					a	ii	aia			✓		
Blaumeise			i		i		ii				✓	
Buchfink	i	i	i		a	aia	ia	ai		✓	✓	✓
Buntspecht	ii	i	i		ii	ii	i	i		✓	✓	✓
Eichelhäher							i	a		✓	✓	✓
Gartenbaumläufer				i (beim Weggehen)	ii	ii	ia	i (beim Weggehen)		✓	✓	✓
Grauschnäpper											✓	
Kernbeisser	i			i				i				✓
Kohlmeise								a				
Misteldrossel					i							
Mönchsgrasmücke	iiii		i		iii	i	iai	i		✓	✓	✓
Ringeltaube		a			a	ai	aii	i		✓	✓	✓
Rotkehlchen					ii	i		a		✓	✓	✓
Singdrossel		i			i	ii	ia	ii		✓	✓	✓
Sumpfmeise					a							
Tannenmeise					a							
Wintergoldhähnchen		i				i						
Zaunkönig					aii	aai	ai			✓	✓	✓
Zilpzalp							aii					

Datum 1: 19. 4. 22
Datum 2: 1. 5. 22
Datum 3: 21. 5. 22
Datum 4: 2. 7. 22

Zeit 1: 8:35 – 8:45
Zeit 2: 7:43 – 7:53
Zeit 3: 8:30 – 8:40
Zeit 4: 6:47 – 6:57

Wetter 1:
Wetter 2:
Wetter 3:
Wetter 4:

Sonnig
 Bewölkt, feucht
 Nass, bewölkt
 Bewölkt

Beobachtungsfläche:

L1

(Laubwald)

Bemerkungen: Nahe bei Hüttli

Vogelarten	gesehen				gehört				Audiologger				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Amsel			i	i (vorher)	a		a	i			✓	✓	4
Blaumeise					a								
Buchfink					ia	ii	iaa	iai		✓	✓	✓	
Gartenbaumläufer							a				✓		
Gartengrasmücke													
Heckenbraunelle					ia		a → i					✓	
Kleiber								a				✓	
Misteldrossel		i	a			i	a → i			✓	✓		
Mönchsgrasmücke	ii				i	i	a	i					
Ringeltaube					a	ia	ia	aii		✓	✓	✓	
Rotkehlchen					aii	ai		a		✓			
Schwarzspecht						a							
Singdrossel	a	i			ia	iaii	ai	ia		✓	✓	✓	
Tannenmeise					i	a				✓	✓		
Waldbaumläufer								a		✓	✓	✓	
Zaunkönig						a	aii				✓		

Datum 1: 19. 4. 22 **Zeit 1:** 8:57 – 9:07 **Wetter 1:** Sonnig **Beobachtungsfläche:** **N1**
Datum 2: 1. 5. 22 **Zeit 2:** 7:14 – 7:24 **Wetter 2:** Bewölkt, feucht
Datum 3: 21. 5. 22 **Zeit 3:** 8:52 – 9:02 **Wetter 3:** Nass, bewölkt
Datum 4: 2. 7. 22 **Zeit 4:** 7:06 – 7:16 **Wetter 4:** Bewölkt
Bemerkungen: (Nadelwald)

Vogelart	gesehen				gehört				Audiologger			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Amsel	ii	i				aia	a	a		✓		✓
Buchfink			ii		a	a	aa	aa		✓		✓
Erlenzeisig						a				✓		
Gimpel						a				✓		
Haubenmeise							ia				✓	
Kohlmeise					a	a				✓		
Kolkrabe						a				✓		
Misteldrossel							a				✓	
Mönchsgrasmücke					a	a				✓		
Ringeltaube			i		ai	aa	aa			✓		
Rotkehlchen					ai	a	ia	i			✓	✓
Singdrossel							a	a			✓	✓
Sommergoldhähnchen						ii	i	l		✓		
Tannenmeise					i							
Zaunkönig					a	ai	a	ai		✓	✓	✓