



KIRCHLICHE
PÄDAGOGISCHE
HOCHSCHULE
WIEN/KREMS



universität
wien

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Friedhof voller Leben: Erfassung der Faunen- und Florendiversität am Friedhof Wiener Neustadt

verfasst von | submitted by

Gerald Pluskovich BEd

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien | Vienna, 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt |
Degree programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 199 502 507 02

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree pro-
gramme as it appears on the student record
sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach Bio-
logie und Umweltbildung Unterrichtsfach Englisch

Betreut von | Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Doris Nagel

Zusammenfassung

Diese Masterarbeit untersucht im Zuge des „Biodiversität am Friedhof“ Projektes erstmals die Biodiversität auf dem Friedhof Wiener Neustadt und zeigt auf, wie urbane Friedhöfe als wichtige Refugialräume für Flora und Fauna dienen können. Umfassende Erhebungen ausgewählter Tier- und Pflanzengruppen wurden durchgeführt, um die Artenvielfalt zu dokumentieren und zu analysieren. Es wurden verschiedene Biodiversitätsindizes wie der Shannon-Index und der Simpson-Index angewendet, um die Diversität zu quantifizieren. Besonderes Augenmerk wurde auf abiotische Faktoren und die Mikrohabitatunterschiede gelegt. Die Ergebnisse zeigen, dass die untersuchten Areale des Friedhofs eine hohe Diversität aufweisen, insbesondere in Bereichen mit vielfältigen Strukturen und geringer menschlicher Störung. Diese Erkenntnisse sollen nicht nur zur wissenschaftlichen Erkenntnis beitragen, sondern auch praktische Handlungsempfehlungen für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität auf Friedhöfen liefern. Langfristig könnte dies nicht nur positiv auf die Diversität am Friedhof wirken, sondern auch die Lebensqualität der städtischen Bevölkerung verbessern.

Schlagwörter: *Biodiversität, Friedhof, urbane Ökologie, Faunadiversität, Floradiversität*

Abstract

This master's thesis is part of the project "Biodiversity at the Cemetery" focusing on the Wiener Neustadt Cemetery. It examines and demonstrates how urban cemeteries can serve as important refuges for flora and fauna. Comprehensive surveys of selected animal and plant groups were conducted in order to document and analyze species diversity. Various biodiversity indices such as the Shannon Index and Simpson Index were applied to quantify diversity, with a particular focus on abiotic factors and microhabitat differences. The results indicate that the surveyed areas of the cemetery exhibit high biodiversity, especially in areas with diverse structures and minimal human disturbance. These findings aim not only to contribute to scientific knowledge but also to provide practical recommendations for preserving and enhancing biodiversity in cemeteries. In the long term, this could have positive impacts not only on cemetery diversity but also on the quality of life for urban populations.

Key terms: *Biodiversity, Cemetery, Urban Ecology, Faunal Diversity, Floral Diversity*

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, ohne die diese Arbeit und mein damit verbundener Akademischer Abschluss niemals möglich gewesen wären. Allen voran meiner Partnerin Susanne, sowie meinen Töchtern Isabelle und Kathrina. Durch eure Unterstützung und Entbehrungen habt ihr mir immer den Rücken gestärkt. Gleichsam bedanke ich mich bei meinen Schwiegereltern Monika und Kurt für die endlosen Stunden der Kindesbetreuung während der Forschungszeit am Friedhof und des Schreibprozesses. Vielen Dank auch an Markus, der mich aus dem einen oder anderen tiefen Tal bei der Erstellung der Arbeit herausgezogen hat. Ich bedanke mich ebenso bei Susanne und Alexander für die Hilfe bei der Aufbereitung der Daten und Visualisierung der Ergebnisse. Letztlich will ich mich bei den LeiterInnen des „Biodiversität am Friedhof“ Projektes, Frau Mag. Dr. Doris Nagel und Herr Thomas Filek, BA BEd B.Sc. MA Med MSc für die Möglichkeit der Teilnahme an ihrem außerordentlich wichtigen Projekt zur Biodiversitätsforschung bedanken. Ganz besonderer Dank gilt hier Frau Mag. Dr. Nagel, welche durch ihr wertvolles Feedback zur Forschungsarbeit deren Qualität maßgeblich gesteigert hat.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 1. Einführung..... | 1 |
| 1.1 Fragestellung | 2 |
| 1.2 Hypothesen..... | 2 |
| 1.3 Zielsetzung | 3 |
| 2. Theoretischer Hintergrund | 4 |
| 2.1 Grundlagen der Biodiversitätsforschung..... | 4 |
| 2.2 Zönologische Grundbegriffe | 7 |
| 2.3 Pflegemaßnahmen von Tier- und Pflanzenvielfalt | 8 |
| 2.4 Biodiversität und der Friedhof..... | 9 |
| 2.5 Biodiversität und der Mensch..... | 10 |
| 2.6 Bisherige Forschungslage in Wiener Neustadt..... | 11 |
| 2.7 Großökologische abiotische Standortfaktoren | 11 |
| 2.7.1 Geologie | 11 |
| 2.7.2 Klima und Wetter | 13 |
| 3. Untersuchungsansatz und Methoden..... | 15 |
| 3.1 Forschungsaufbau..... | 15 |
| 3.2 Der Friedhof Wiener Neustadt | 16 |
| 3.3 Vogelareale und Biozönosen..... | 18 |
| 3.4 Datensammlung..... | 21 |
| 3.4.1 Avifaunistische Erhebungen..... | 21 |
| 3.4.2 Beta-Diversitätsforschung der Biozönosen | 22 |
| 3.5 Fangmaterial und Methodik | 24 |
| 3.6 Auswertung | 25 |
| 4. Ergebnisse | 29 |
| 4.1 Avifaunistische Alpha-Diversität des Friedhofs..... | 29 |
| 4.2 Alpha-Diversität der Biozönosen | 39 |
| 4.3 Beta-Diversität der Biozönosen..... | 44 |
| 4.4 Gamma-Diversität des Friedhofs..... | 46 |
| 5. Diskussion | 53 |
| 5.1 Biodiversität der avifaunistischen Untersuchungsareale | 53 |
| 5.2 Biodiversität der Pflanzen und Tiere in den Biozönosen | 56 |
| 5.3 Wirkungsfaktoren auf die Biodiversität | 60 |
| 5.4 Besonders schützenswerte Arten..... | 62 |

| | |
|--|----|
| 5.5 Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität | 63 |
| 6. Conclusio..... | 66 |
| 7. Literaturverzeichnis..... | 68 |
| 8. Abbildungsverzeichnis | 75 |
| 9. Tabellenverzeichnis..... | 77 |
| Appendix A (Zeitaufzeichnung)..... | 78 |

1. Einführung

Unser Planet befindet sich inmitten des größten Artensterbens seit Millionen Jahren (Rull 2022). Einer der Haupttreiber dieses potenziell katastrophalen Prozesses stellt der Lebensraumverlust der letzten Jahrzehnte dar (IPBES 2019; Beierkuhnlein 2007). Um diesem Zustand entgegenzuwirken ist es von großer Bedeutung die Arten eines Lebensraumes zu kennen, um diese bestmöglich zu schützen. Das Biodiversität am Friedhof Projekt „BaF“ (Filek und Nagel 2021) trägt hier in Wien seit 2021 maßgeblich dazu bei, Friedhöfe als Refugialräume für Pflanzen und Tiere in urbanen Räumen zu erkennen, zu beforschen, und zu erhalten. Dies wird durch eine stetige Erweiterung der Forschungsdaten, Erstellen von Schutzkonzepten, sowie umweltpädagogischer Maßnahmen erreicht. Solche Projekte sind auch deshalb von immenser Bedeutung, da in städtischen Gebieten die Herausforderungen für viele Tiere und Pflanzen oft noch größer ist als in ländlicheren Gebieten. Gleichzeitig bieten urbane Lebensräume aber auch einzigartige Möglichkeiten, Biodiversität zu erhalten und zu fördern. Friedhöfe, wie der Friedhof Wiener Neustadt, können wertvolle Rückzugsräume für Pflanzen und Tiere darstellen. Sie bieten oft eine Vielfalt an Mikrohabitaten, die in intensiv genutzten urbanen Landschaften selten sind (Löki et al. 2019). Solche Orte können als Refugien für bedrohte Arten dienen und gleichzeitig das Bewusstsein und die Wertschätzung der städtischen Bevölkerung für die Natur fördern. Auch das Land Niederösterreich spricht sich auf seiner Homepage positiv gegenüber dieser Idee aus, indem es auf Möglichkeiten zur Steigerung von Biodiversität auf bayerischen Friedhöfen verweist, und den von der bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege erstellten Aktionsplan (Füchtbauer et al. 2021) als Beispiel für gelungene Maßnahmen zur Biodiversitätssteigerung empfiehlt. Durch die Lage Wiener Neustadts an der südlichen Thermenlinie, dem Steinfeld, in unmittelbarer Nähe der Alpenausläufer einerseits und der pannonischen Tiefebene auf der anderen Seite bietet sich dieses Gebiet als vielversprechendes Untersuchungsgebiet einer Biodiversitätsanalyse an. Da sich die bisherige Datenlage für den Raum Wiener Neustadt auf wenige Publikationen im Umland begrenzt (Bieringer und Sauberer 2001a, 2001b; Umweltbundesamt 1989; Paar 2000; Paar et al. 1994), und auf dem Gebiet des Friedhofs noch nie eine Erhebung stattgefunden hat, soll im Zuge dieser Arbeit ein erster Schritt in Richtung einer systematischen Analyse der Tier- und Pflanzenvielfalt in Wiener Neustadt getan werden. Diese könnten dann Ausgangspunkt für weiterführende Projekte werden um die Fauna und Flora in und um Wiener Neustadt aufzuarbeiten und diese offensichtliche Datenlücke zu schließen.

Die Steigerung der Biodiversität soll jedoch nicht nur ihrer selbst willen stattfinden. In den letzten Jahren wurde die Bedeutung von Erleben und Nicht Erleben von Natur, Biodiversität, oder grünen Lebensräumen auf die menschliche Psyche immer öfter in Forschungsarbeiten thematisiert. Diese zeigen immer klarer dass psychische Gesundheit positiv mit Natur verbunden ist (Clark et al. 2014; Pretty et al. 2005). Dementsprechend kann man Maßnahmen zur Erhöhung der Diversität als Steigerung der Lebensqualität der Bevölkerung von Wiener Neustadt sehen. Ein weiterer Aspekt, der durch engeren Naturkontakt verbessert wird, ist der aufgrund des anhaltenden Artensterbens so wichtige Artenschutz. Da Naturschutz, insbesondere Artenschutz immer mit der Haltung von Menschen gegenüber der Natur gekoppelt ist, wird der direkte Kontakt von Menschen mit der Natur in Großstädten immer wichtiger um Naturschutzbemühungen voranzubringen (Dunn et al. 2006).

1.1 Fragestellung

Da dieses Projekt die erste Erhebung der Biodiversität am Friedhof Wiener Neustadt darstellt, sollte eine möglichst ganzheitliche Erhebung dessen stattfinden. Dazu zählt neben einer allgemeinen Erhebung der darin vorkommenden Tiere auch die Frage welche verschiedenen Mikrohabitatem auf diesem zu finden sind, und welche davon für die heimische Fauna besonders attraktiv sind. Da durch den anhaltenden Biodiversitätsverlust die Rolle von Friedhöfen als Schutzzonen immer weiter steigt, sollte auch evaluiert werden, wie die Artenvielfalt am Friedhof erhöht werden kann. Dementsprechend entstanden die folgenden Forschungsfragen:

1. In welcher Beziehung stehen die Biodiversität der Pflanzen und Tiere in verschiedenen Biozönen des Friedhofs Wiener Neustadt?

- 1.1) Welche Faktoren beeinflussen die Biodiversität positiv oder negativ?
- 1.2) Gibt es Nachweise für das Vorkommen von bedrohten Arten gemäß der IUCN-Roten Liste?

2. Welche Maßnahmen können am Friedhof Wiener Neustadt ergriffen werden, um die Biodiversität zu steigern?

1.2 Hypothesen

- Areale mit vielfältigen Strukturen zeigen eine höhere pflanzliche und tierische Diversität als weniger strukturierte Bereiche.
- Areale mit höherer pflanzlicher Diversität weisen eine höhere tierische Diversität auf.

1.3 Zielsetzung

Die erklärten Ziele sind eine erste Erhebung spezieller Tiergruppen über ein Kalenderjahr am Friedhof Wiener Neustadt und die Einordnung der Ergebnisse in drei Teilarealen im Bezug auf deren Artzusammensetzung und Lebensraum. Dabei sollen mögliche positive oder negative Faktoren zwischen den Teilarealen ausgemacht werden, welche dann zu Aussagen über deren Attraktivität für bestimmte Tiergruppen genutzt werden können. Als meines Wissens erste Arbeit, die sich mit der Biodiversität im Stadtgebiet von Wiener Neustadt befasst, werden im Zuge dieser Arbeit auch abiotische Faktoren wie Geologie und Großwetterlage dieser Region aufgearbeitet.

Des Weiteren wird jedoch nicht nur die bloße Erhebung der Vorkommen bestimmter Tiergruppen und Pflanzen angestrebt, sondern die Erstellung von faktenbasierten Handlungsoptionen für den Friedhof Wiener Neustadt erstellt, um die Biodiversität in den nächsten Jahren zu erhöhen und so einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt zu leisten.

2. Theoretischer Hintergrund

Um eine Forschung und darauffolgende Interpretation der Daten durchführen zu können, müssen an dieser Stelle wichtige Grundkonzepte und Begriffe behandelt und definiert werden. Dies beinhaltet nicht nur den theoretischen Rahmen der Biodiversitätsforschung, sondern auch bisherige Forschungsergebnisse im Raum Wiener Neustadt. Weiters werden hier auch großökologische abiotische Faktoren wie der Aufbau und Zusammensetzung des Untergrunds, sowie Klima und Wetterdaten behandelt.

2.1 Grundlagen der Biodiversitätsforschung

Biodiversität: Es ist wichtig klarzustellen, was unter diesem Begriff verstanden wird, da dieser besonders in letzter Zeit in verschiedensten Bereichen im wissenschaftlichen aber auch im Laiendiskurs immer öfter verwendet wird. In vielen Fällen wird damit rein die Anzahl verschiedener Lebewesen in einem bestimmten Bereich gemeint, was dem komplexen Konstrukt dahinter jedoch nicht gerecht wird. In den allermeisten Fachwerken und Veröffentlichungen der letzten Jahrzehnte wird die Biodiversität auf drei grobe Überkategorien aufgeteilt, welche dann ihrerseits je nach Forschungsfrage der Arbeit genauer eingegangen wird. Diese Bereiche sind genetische Vielfalt, Vielfalt von Organismen (Taxa) auf verschiedensten Ebenen wie Art, Gattungen, oder Familien, und Vielfalt von Ökosystemen mitsamt ihren darin vorkommenden Strukturen, abiotischen und biotischen Faktoren, und Prozessen (Beierkuhnlein 2003, 2007; Gaston 2009; Wittig und Niekisch 2014). Das EU-Parlament hat es in ihrem Arbeitsplan zur Biodiversitätsstrategie bis 2020 so zusammengefasst: „Biodiversity [is] the extraordinary variety of ecosystems, species and genes that surround us“ (European Commission 2011). In dieser Arbeit wird der Begriff in seiner Mannigfaltigkeit verstanden, indem die Erhebung sowohl verschiedene Ökosysteme umfasst, aber diese auch anhand ihrer Artenzahl und Häufigkeit beforscht werden.

Einer der Forscher, der die Biodiversitätsforschung des 20. Jahrhunderts maßgeblich mitgeprägt hat, war Whittaker. Die grundlegenden Forschungsergebnisse und theoretischen Konzepte von Whittaker haben das Verständnis der Biodiversität auf verschiedenen räumlichen Skalen revolutioniert. Seine Arbeit betonte die Bedeutung der Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Lebensräumen und lieferte wichtige methodische Werkzeuge zur Quantifizierung dieser Unterschiede. Whittakers Konzepte wie zum Beispiel die Einführung der noch heute gültigen Alpha-, Beta-, und Gammadiversität sind bis heute zentral für die Ökologie und die Erforschung der Biodiversität (Whittaker 1960; Whittaker 1975; Whittaker 1972).

Ein grundlegender Aspekt von Biodiversitätsforschung ist die Festlegung auf welcher Diversitätsebene nach Whittaker diese stattfinden soll. In diesem Framework gibt es die drei Typen der α -Diversität, β -Diversität, und γ -Diversität. Als α -Diversität bezeichnet man die Anzahl der verschiedenen ausgewählten Messgrößen in einem einzigen festgelegten Areal. Die γ -Diversität einer bestimmten Fläche oder eines Erhebungsgebietes wird dann aus den gesamten Daten aller darin inkludierten α -Diversitätssätze errechnet, indem alle gefundenen Arten zusammengezählt werden. Diese Daten können dann noch über bestimmte erweiterte Datensätze wie Anzahl der gefangenen Individuen bei Tieren, oder Prozentuelle Abundanz von Pflanzen auf einer Fläche erweitert werden. Im Gegensatz zur Alpha- und Gamma-Diversität bezieht sich die β -Diversität nicht auf die Zahl der Taxa in Arealen, sondern auf den Unterschied in der Zusammensetzung zwischen ihnen. Sowohl bei Alpha- als auch Beta-Diversität herrschen weitestgehend wissenschaftlicher Konsens über deren Definitionen. Bei der Gamma-Diversität gibt es dahingehend seit deren Einführung in den 1960er Jahren sowohl durch den Erfinder Whittaker, als auch zahlreichen anderen Forschern wie beispielsweise Cody (1975) oder Tramer (1974) Diskussionen über die Anwendung und Adaption des Konzeptes. Ursprünglich definierte Whittaker diese als Produkt der Alpha-Diversität über sehr große Areale (1000-1000000 Hektar). Dies wurde dann jedoch schnell adaptiert, da mehrere Forschungen gezeigt haben, dass Biodiversitätsforschung je nach beforschter Biozönose oder Art vollkommen unterschiedliche Maßstäbe von wenigen Metern bis tausende von km² annehmen kann. Demnach wurde in weiterer Folge ein gewollte Unschärfe bei der Definition der Skalen von Gamma-Diversität geschaffen, welche die Anwendung für die jeweiligen Forschungsbedingungen individuell möglich macht (Whittaker et al. 2001).

Will man dann bestimmte Unterschiede oder Trends zwischen mehreren Gebieten ausmachen, wird die β -Diversität berechnet, welche vereinfacht ausgedrückt angibt welche Taxa in Gebiet A, welche in Gebiet B und welche in A und B gleichzeitig vorkommen um darauf aufbauend Aussagen über die Biodiversität von bestimmten Arealen schließen zu können (Beierkuhnlein 2007). Ein häufiger Fehler von Diversitätsforschungen hierbei besteht laut den Autoren auch darin, ein hohes Maß an γ -Diversität automatisch mit hoher Lebensraumvielfalt gleichzusetzen, da diese nicht „nicht an konkrete Massstabsebenen(sic!) oder spezifische Objekteigenschaften gebunden sind“ (Beierkuhnlein 2007: 199). Anders ausgedrückt wird durch die in den allermeisten Fällen selektive Auswahl an Untersuchungsgebieten eine Generalisierung unmöglich. So könnte man in einer biodiversitätsarmen Monokulturfläche nur die Blühstreifen untersuchen und bekäme einen

relativ hohen Wert der γ -Diversität welcher jedoch nicht immer für einen Vielfältigen Großlebensraum spricht. Die praktischen Folgen für die Forschung sind demnach, dass Areale auch immer möglichst genau bezüglich ihrer gesamten Struktur beschrieben werden sollten oder durch randomisierte Auswahl von Quadranten ein persönlicher Bias/eine persönliche Tendenz vermieden werden sollte, was dann jedoch zu weiteren Schwierigkeiten in Bezug auf die geplanten Messgrößen und Taxa auswirken könnte, wenn beispielsweise der Baumbestand eines Gebietes erhoben werden soll, das zufällige Areal jedoch auf eine Wiese fällt.

Wurden dann im Zuge verschiedener Biodiversitätsforschungsprojekte und Monitorings gewisse Arten nachgewiesen, gilt es diese anhand ihres Schutzstatus zu klassifizieren. Dazu gibt es auf Landes- und Bundesebene, bis hin zu europa- und weltweiten Systemen verschiedene Programme. Die global wichtigste stellt hierbei die rote Liste der „International Union for Conservation of Nature and Natural Resources“, kurz IUCN dar. Diese Organisation sammelt und bündelt Daten zum Vorkommen, Verschwinden, oder Dezimierung von Populationen, um damit Listen über die Gefährdung und somit den Schutzstatus verschiedener Taxa und Lebensräumen zu verfassen. Diese können dann auf unterschiedlichen Ebenen verwendet werden, um Schutzmaßnahmen umzusetzen. Die Schutzkategorien die dann ermittelt werden, stellen die Bedrohung des Aussterbens der Arten dar. Die IUCN weist jedoch auch darauf hin, dass die Bedrohungskategorie allein nicht ausreicht, um Prioritäten

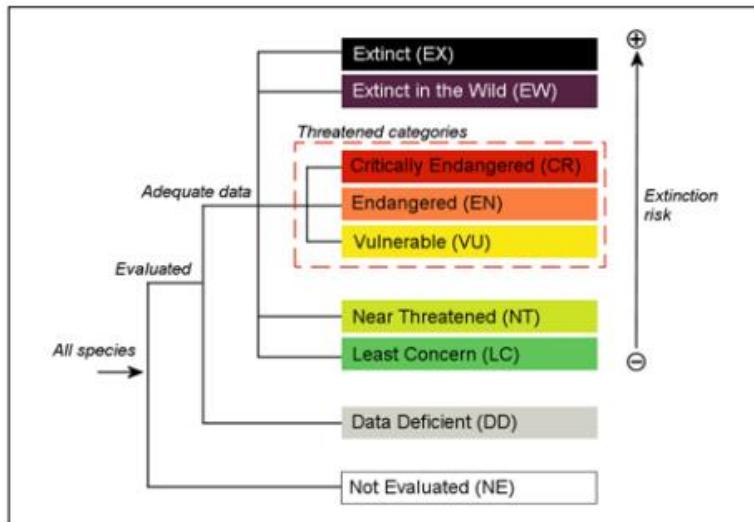


Abbildung 1 Schutzkategorien der IUCN roten Liste. Quelle: IUCN red list and criteria 2012: 5.

für Naturschutzmaßnahmen festzulegen. Sie bewertet lediglich das Aussterberisiko unter den aktuellen Bedingungen. Ein System zur Festlegung von Prioritäten für Naturschutzmaßnahmen muss jedoch auch andere Faktoren wie Kosten, Logistik, Erfolgsaussichten und biologische Eigenschaften berücksichtigen (IUCN 2012). Die Schutzkategorien (*Abbildung 1*) werden von unten nach oben aufsteigend nach Möglichkeit der Extinktion geführt. Arten, über die genügend Daten vorhanden sind, werden dann von LC (least concern) bis EX (extinct) gereiht. Für diese Forschung sind die Kategorien LC bis CR (critically endangered) von größerer Bedeutung, da Arten weiter

oben mit großer Wahrscheinlichkeit nicht angetroffen werden sollten, und Arten in unteren Kategorien keine besonderen Implikationen dafür haben.

2.2 Zönologische Grundbegriffe

Als Habitat im ökologischen Sinn wird weniger ein bestimmter Ort, als die Gesamtheit der physischen Lebensraumansprüche einer einzigen Art an ihre Umwelt bezeichnet (Beierkuhnlein 2007). Will man wie in diesem Forschungsprojekt gesamte Areale in einer ganzheitlicheren Form betrachten, bietet sich der Begriff der Biozönose an. In diesem werden alle in einem räumlichen Bereich vorkommenden Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren, Fungi, oder Mikroorganismen inkludiert, ohne diese jedoch funktionell zu bewerten. Der Lebensraum in diesen Biozönosen wird als Biotop bezeichnet, beispielsweise eine Sandgrube, welche ihrerseits mit ähnlichen Strukturen zu Biotoptypen zusammengefasst werden können, um dann in weiterer Folge auf Regelmäßigkeiten in der Zusammensetzung der Flora und Fauna genauer betrachtet zu werden (Beierkuhnlein 2007:204). Für Naturschutzmaßnahmen oder Maßnahmen zum Erhalt oder Vergrößerung der Diversität können solche Typisierungen wichtige Anhaltspunkte geben, um Schutzmaßnahmen zu setzen auch ohne langjährige Studien an jedem Standort durchzuführen, da sich einige der Bioelemente in diesen Gebieten gleichen. Es wird jedoch auch explizit darauf hingewiesen, dass „man aus Floren und Faunen die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften oder Ökosystemen nicht ablesen [kann]“ (Beierkuhnlein 2007:205). Gemeint ist hier, dass die Gesamtheit von Lebensgemeinschaften und Ökosystemen ein viel zu komplexes Gefüge mit individuellen Unterschieden in der Zusammensetzung der Biotoptypen, Populationsausprägungen oder Aufbau und Zusammensetzung des Bodens niemals exakt ident sein kann. Würde man in weiterer Folge noch die funktionelle Ebene eines Lebensraumes in die Forschung aufnehmen, müsste man den Fokus auf ökologische Systeme lenken, welche dann Abläufe wie Energiefloss, Nahrungsnetze, oder Populationsdynamik miteinbeziehen.

Im Zuge dieser Arbeit werden oft auf die Wiesenflächen innerhalb des Friedhofsareals verwiesen. Diese werden nach Wittig und Niekisch (2014) als maßgeblich von Mahd beeinflusstes Grünland beschrieben, in welchem die Veränderung während der Mahd zwar extrem ist, jedoch daraufhin lange Perioden der Ruhe folgen. Dies führt zur Bevorzugung von Arten, die mit solchen Eingriffen gut umgehen können (Wittig & Niekisch 2014:180).

2.3 Pflegemaßnahmen von Tier- und Pflanzenvielfalt

Die Datenlage hinsichtlich Biodiversität, sowohl im ruralen als auch im urbanen Raum ist nach mittlerweile über 50 Jahren Forschungsgeschichte beachtlich. Dementsprechend soll in diesem Abschnitt nur eine grobe Übersicht über die für dieses Projekt besonders wichtige Arbeiten gegeben werden, welche tiefere Einblicke in die Biodiversitätsforschung im städtischen Raum sowie Handlungsempfehlungen zum Naturschutz ermöglichen.

Das Forscherteam um Jarošík (Jarošík et al. 2011) hat bei einer Untersuchung der innerstädtischen Parkflächen Prags in Bezug auf Artenreichtum von Pflanzen und Schmetterlingen festgestellt dass Pflanzen positiv mit größerer Fläche, Schmetterlinge aber mit größerer Pflanzenheterogenität korrelieren. Weiters sind vielseitige räumliche Strukturen wie Baum- und Wiesenbestände, Brachen und Korridore zuträglich für die Vielfalt (siehe auch Muratet et al. 2008). Natürlich stellt die mangelnde Verfügbarkeit großflächiger Areale für Pflanzen- und Tiergesellschaften in urbanen Lebensräumen einen limitierenden Faktor dar. Kleinareale sind jedoch trotzdem noch häufig in Form von Parks, Spielplätzen, oder eben Friedhöfen zu finden (Breuste 2019). Die Forschung von Shwartz et. al (2013) hat die Auswirkungen von Biodiversitätsmaßnahmen auf genau solche Kleinareale (0,5-2 Hektar) im urbanen Paris genauer beleuchtet. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass auch schon Veränderungen in den kleinsten Lebensräumen eine Steigerung der Artenvielfalt bei den Vögeln, Schmetterlingen und anderen Blütenbesuchern bewirkt. Vögel wurden eher durch strukturreiche Areale positiv beeinflusst, und Insekten durch geänderte Pflegemaßnahmen wie veränderte Mähfrequenz und Düngepraktiken.

Matteson und Langelotto (2011) haben gezeigt, dass gezieltes ansetzen von heimischen Blühpflanzen in New York nicht zu einer Steigerung der Artenzahl von Blütenbesuchern geführt hat. Die Forscher haben sogar beobachtet, dass manche Bienen nicht-einheimische Blühpflanzen bevorzugen. Wiesen mit kompletter nicht-heimischer Vegetation werden jedoch auch schlechter besucht als heimische. Die meist frequentierten Wiesen waren heterogene Areale, in denen sowohl heimische, als auch bereits verbreitete nicht-heimische Pflanzen vorkamen (Smith et al. 2015). Diese Arbeiten zeigen, dass reines Festhalten an vom Menschen erdachten ideale Zustände zu einem gewissen Zeitpunkt oftmals nicht das Optimum für Tiere darstellt. Sollte ein Neophyt zum Beispiel mehr Nektar bereitstellen, so werden vor allem Generalisten diesen auch eher anfliegen. Für Naturschutzmaßnahmen heißt das, dass die Arbeit immer unter Einbezug von realen Bedingungen stattfinden sollte. Andererseits ist ein komplettes Aussetzen jeglicher Pflegemaßnahmen nicht nur aufgrund von ästhetischen Überlegungen auf einem Friedhof nicht praktikabel, sondern

würde auch nach einiger Zeit durch die Vegetationssukzession zu einer allmählichen Verbuschung und dann Verwaldung führen (Beierkuhnlein 2007). Die Lösung hierfür sind sanfte Pflegeeingriffe um derzeit vorherrschenden Pflanzengesellschaften nicht durch selbst ausgesetzte zu verändern, aber das Gebiet auch nicht zu verwildern. Oftmals dominieren Neophyten Lebensräume die stark durch den Menschen durch zu viele Mahden oder einen hohen Düngereintrag beeinflusst werden. Dementsprechend scheint eine Reduktion der Mahdvorgänge und höhere Schnithöhe um anderen Pflanzen einen gewissen Vorteil zu verschaffen um eine gesündere Homöostase der Vegetation zu schaffen als geeignetes Mittel (Matteson und Langellotto 2011). Um die Mahdfrequenz mit dem größtmöglichen positiven Einfluss auf einen Lebensraum zu finden, führten Proske et al. (2022) eine Meta-Studie durch. Sie kamen zu dem Schluss, dass zwei Mahden pro Jahr, die erste im Juli, einen stark positiven Einfluss auf Artenreichtum und Vitalität hat. Frühblüher können so ihre Samen verteilen und Insekten ihre Eier ablegen. Weiters wird empfohlen die Wiesen über den Winter stehen zu lassen da diese Überwinterungsgebiete für viele Insekten darstellen.

In Bezug auf Vogelvielfalt betonen (Shwartz et al. 2008), dass Neozoa in allen Lebensgemeinschaften zu finden seien, diese jedoch in vielen Fällen aufgrund von Nahrungsgewohnheiten als Allesfressern (vor allem bei Corvidae) einen Vorteil gegenüber heimischen Arten hätten. Dieser Umstand kann durch erhöhte native Vegetation entgegengewirkt werden, da dadurch auch eine höhere Vielfalt und Abundanz bei Insekten entsteht, welchen vielen heimischen Vögeln als Nahrungsgrundlage gelten. Evans et al. (2019) haben in einer groß angelegten Habitatsanalyse in England einige maßgeblich Faktoren bezüglich Vogelvielfalt in urbanen Lebensräumen festgestellt. So wurde beschrieben, dass kleinräumige Gegebenheiten einen höheren Stellenwert als Großlebensräume auf den Artenreichtum haben. Außerdem konnte eine positive Verbindung zur Strukturvielfalt (vor allem mit Bäumen) und aktiver Fütterung, sowie eine negative mit menschlicher Störung festgestellt werden.

2.4 Biodiversität und der Friedhof

Zusätzlich zu den im vorangegangenen Teil behandelten Arbeiten, welche sich mit urbaner Biodiversität im Allgemeinen, oder im Speziellen auf Kleinareale beschränken, gibt es schon eine Vielzahl an Untersuchungen, die sich gezielt mit der Natur auf Friedhöfen beschäftigen. Eine umfassende Literaturanalyse bestehender Arbeiten mit diesem Fokus lässt sich in Löki et al. (2019) finden. Sie analysierten 97 Studien zu Friedhöfen weltweit und kombinierten diese, um maßgebliche Faktoren zu finden welche die Biodiversität auf Friedhöfen gefährden. Zu diesen Daten ist zu sagen, dass der Großteil dieser Studien einen Fokus auf die Flora legte, ein kleinerer Teil auf Fauna

und nur einzelne Arbeiten auf Fungi. Die Autoren beschreiben beispielsweise die Ausbreitung von potenziell invasiven Zierpflanzen, zu intensive Pflegemaßnahmen (Mahd), oder schwindendes ökologisches Wissen der Bevölkerung. Lahl und Zeschmar-Lahl (2014) beschäftigten sich mit dem Stand und der Möglichkeiten zur Verbesserung von Biodiversität auf Friedhöfen anhand des bisherigen Forschungsstands und an best-practice Beispielen. Sie nannten Erhalt und Ausbau von Strukturenvielfalt, Mahdvorgänge, Mauer- und Denkmalpflege, Verzicht auf Stoffe wie Pestizide und Dünger, Abfallvermeidung, und Akzeptanzförderung und Öffentlichkeitsarbeit (Lahl & Zeschmar-Lahl 2014: 23) als maßgeblich anzustrebende Prozesse.

Da in dieser Studie auch die avifaunistische Vielfalt erfasst wird, ist es vielleicht interessant zu sehen, dass im Zuge der Forschung von (Kocian et al. 2003) in der nicht weit entfernten Stadt Bratislava 33 Brutvogel auf mehreren Friedhöfen nachweisen konnte.

2.5 Biodiversität und der Mensch

Einige Studien wie Clark et al. (2014) oder Fuller et al. (2007), sprechen sich klar für einen positiven Zusammenhang von Naturerlebnis auf die Bevölkerung aus. Sie stellen sogar einen direkten Bezug zwischen Artenvielfalt und positivem Naturerlebnis her. Auf der anderen Seite warnt (Hough 2014) in einer Meta-Analyse relevanter quantifizierbarer Studien davor Biodiversität und Gesundheit kausal zu verbinden, da zu viele Faktoren die Gesundheit von Menschen beeinflussen. So kritisiert er beispielsweise, dass tendenziell wohlhabendere Menschen überhaupt die Möglichkeit haben in Bereichen mit hoher Biodiversität Sport zu betreiben, was zu einem falschen Rückchluss auf die Biodiversität, und nicht auf die sozialen Lebensumstände führen könnte. Jedoch weist er auf eine Studie von Pretty et al. (2005) hin, in welcher unter kontrollierten Bedingungen durch sportliche Aktivität vor Monitoren auf denen entweder urbane oder ländliche Lebensräume gezeigt wurden. Hier wurde ein positiver Effekt bei Videos von naturnahen Lebensräumen festgestellt. In Bezug auf die soziale Ungleichheit, haben Strohbach et al. (2009) eine negative Korrelation zwischen sozialer Schicht und Zugang zu Grünraum in der näheren Wohnumgebung gezeigt. Dieser Umstand scheint offensichtlich, denkt man beispielsweise an den Unterschied zwischen dicht besiedelten Hochhaussiedlungen im Zentrum von Städten, und die oftmals am Rand angesiedelten Einfamilienhausviertel.

Speziell Kinder und Jugendliche brauchen für eine gesunde Entwicklung Kontakt mit sogenannten Naturerfahrungsräumen, um der immer weiter fortschreitenden Naturentfremdung entgegenzuwirken. Dafür bieten sich Parks und auch Friedhöfe besonders an (Breuste 2019). Sollten

hierbei von den Verantwortlichen der Gebiete Zweifel an der Einstellung gegenüber höheren Wiesen aufgrund des optischen Eindrucks bestehen, wurde dies von Breuste (2022) entkräftet. Er fand bei groß angelegten Befragungen von Besuchern heraus, dass sich viele Besucher positiv gegenüber "unordentlicheren" Rasenflächen aussprachen. Die Skepsis röhre eher vom vorsichtigen Management her, welches die Reaktionen der Menschen negativer einschätzt (Breuste 2022: 400). Gleichsam behandeln Kowarik et al. (2011) das Spannungsverhältnis von Denkmalschutz und Naturschutz auf dem jüdischen Friedhof Weißensee und kommen zu dem Schluss dass es sich vielmehr um eine potentielle Symbiose als sich ausschließende Konzepte handelt welche den gesamten Lebensraum für Besucher aufwertet.

2.6 Bisherige Forschungslage in Wiener Neustadt

Selbst nach intensiver Suche in ökologischen Zeitschriften und den gängigen Onlinedatenbanken konnten keine Forschungsarbeiten zu spezifisch ökologischen oder allgemein biologischen Themen innerhalb des Stadtgebietes Wiener Neustadt gefunden werden. Erst eine Ausweitung des Areals auf die Umgebung zeigte wenige Arbeiten die sich zumeist auf die Beforschung von Trockenrasen am Truppenübungsplatz Großmittel (Sauberer 2001; Umweltbundesamt 1989; Eis 2001), oder das Natura2000 Gebiet Leithaauen (Paar et al. 1994; Paar 2000) fokussieren. Historisch betrachtet lassen sich der Großteil der wenigen Arbeiten im Steinfeld auf die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts zurückdatieren. Erst gegen Ende desselben konnte ein leichter Anstieg der Forschungen im Steinfeld verzeichnen, welcher jedoch ebenso schnell wieder versiegt sind (Bieringer und Sauberer 2001b). Dieser Trend hat sich bis zum heutigen Tage nicht sonderlich verändert.

2.7 Großökologische abiotische Standortfaktoren

Da das Vorkommen von herbivoren Insekten immer eng mit dem entsprechenden Nahrungsangebot zusammenhängt, soll hier auch kurz auf die Geobotanik eingegangen werden. Da viele Pflanzen durch die Zusammensetzung des Untergrunds, auf dem sie wachsen gefördert oder gehemmt werden, ist das Wissen über die Zusammensetzung des Bodens oft hilfreich, um Aussagen über typische Pflanzengesellschaften zu treffen.

2.7.1 Geologie

Die Lage inmitten einer der größten Beckenlandschaften Österreichs, am südlichen Ende des Wiener Beckens, ist Wiener Neustadt auf einem von Sedimenten geprägten Untergrund positioniert.

Diese bestehen aus Ton, Mergel, Mergelstein, Sand, Kies, Kalkstein, welche im Neogen einge tragen wurden (Schuster et al. 2019: 9). Jedoch können auch die in unmittelbarer Nähe gelegenen letzten Ausläufer der Alpen mit Konglomerat der Gosau-Gruppe sowie Kalksteine der östlichen Ausläufer der Alpen vorkommen (Schuster et al. 2019). Bei Bohrungen und Grabungen wurden unter dem Wiener Neustädter Stadtgebiet in den oberen Lagen Schotter (0-36m) und darunter Rohrbacher Konglomerat (36-63m) festgestellt (Küpper et al. 1954; Salcher 2008). Diese oberste, und somit für die Arten am Friedhof bedeutendste Schicht ist Teil eines ehemaligen Schuttkegels welcher sich vom Ternitz aus nach Nordosten Richtung Wiener Neustadt ausbreitete und zeitlich dem Oberen Pontium zugeschrieben wird. Dementsprechend kann er etwa von 7,2 bis 5,3 Millionen Jahre alt eingeordnet werden (Brix et al. 1988). Der pH-Wert im Oberboden (0-20cm Tiefe) wird vom Umweltbundesamt in dessen Datenprogramm BORIS als leicht basisch mit gleich oder höher als 7 angegeben (Umweltbundesamt 2024). Für die Zusammensetzung des Bodentyps wird die FAO verwendet. Dies ist eine Systematik der weltweiten Böden, die sowohl Bodenbeschaffenheit als auch Entstehungsprozesse und Bewegungen inkludiert (FAO Bodentypen Österreich 2024). Das BORIS Kartensystem zeigt, dass die Grenze zweier verschiedener Bodentypen von NNO nach SSW durch den Friedhof verläuft und ihn in zwei annähernd gleichgroße Areale teilt (siehe Abbildung 2). Der westliche Teil ist demnach Teil einer Pararendzina, einem Untergrund geprägt durch basisches, karbonatreiches Material wie Kalkstein. Er zeichnet sich weiters durch einen hohen Nährstoffreichtum und einen hohen pH-Wert von meist 7-8 aus, was mit den zuvor erwähnten Daten zur Alkalität des Bodens übereinstimmt. Artengemeinschaften sind bedingt durch die Lage trockenrasentypisch und calciphil (Systematische Gliederung der Böden Österreichs 2011). Der östliche Teil des Friedhofs wird dem Tscheremosem zugeordnet. Dieser für Steppen typische Bodentyp definiert sich durch einen starken Humushorizont und sehr fruchtbare Böden bedingt durch unvollständige Zersetzung durch Organismen auf Grund starke Trockenheit in den Sommermonaten. Tabelle 1 zeigt eine Aufstellung der wichtigsten Eigenschaften der zwei Bodentypen. Die spezifischen Daten hierfür waren in der digitalen

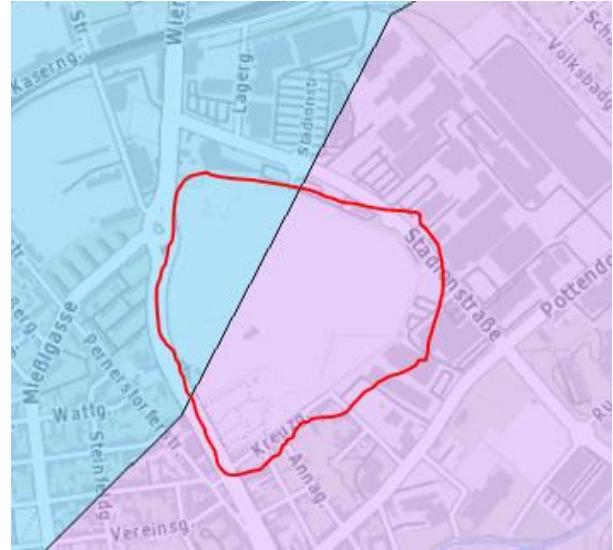


Abbildung 2 Grenze der Bodentypen am Friedhof Wiener Neustadt. Pararendzina (Helblau) und Tscheremosem (rosa). Friedhofsareal rot umrandet. Quelle: Cadenza Web; umweltbundesamt.at.

Bodenkarte Österreichs eBOD (Horvath 2023) nicht für das Friedhofsareal verfügbar, weshalb die nächsten Messareale der jeweiligen Bodentypen im Osten für Tschernosem (1,05km Entfernung) und im Westen für Pararendzina (3,21km Entfernung) gewählt wurden.

Tabelle 1 Auflistung der wichtigsten Bodenparameter der Bodentypen am Friedhof Wr. Neustadt.

und im Westen für Pararendzina (3,21km Entfernung) gewählt wurden.

| Bodentyp | Pararendsina | Tschernosem |
|-------------------------|--|--|
| Aufbau | aus feinem und grobem, kalkhaltigem und silikatischem Lockermaterial | aus feinem und grobem Schwemmmaterial |
| Wasserverhältnisse | sehr trocken; sehr geringe Speicherkraft, sehr hohe Durchlässigkeit | trocken; geringe Speicherkraft, hohe Durchlässigkeit |
| Horizonte | AC (20-30cm); C (100cm) | A1p (20-30cm); A2 (50-60cm); D (100cm) |
| Bodenart und Grobanteil | sandiger Lehm mit hoherem bis sehr hohem Schotter- und Kiesanteil vorherrschend Schotter und Kies | A1p sandiger Lehm oder sandiger Schluff mit geringem bis mäßigem Schotter- und Kiesanteil A2 sandiger Lehm oder sandiger Schluff mit hohem bis mäßigem Schotter- und Kiesanteil |
| Humusverhältnisse | AC mittelhumos bis stark humos; Modermull | A1p, mittelhumos bis stark A2 humos; Mull |
| Kalkgehalt | mäßig bis stark kalkhaltig | stark kalkhaltig |
| Bodenreaktion | alkalisch | alkalisch |

Die Böden in Wiener Neustadt, und speziell am Friedhof Wiener Neustadt werden somit auch geologisch einerseits von den Alpen im Süden und Westen, und andererseits der pannonischen Tiefebene im Nordosten geprägt.

2.7.2 Klima und Wetter

Die Erde kann in verschiedene Klimazonen unterteilt werden. Die am häufigsten angewandten Klimaklassifikation ist nach Köppen-Geiger und es werden anhand von genau festgesetzten Parametern (Niederschlag und Temperatur) Klimatypen beschrieben, welche dadurch großräumig Vegetationszonen ähneln. Österreich wird mit Ausnahme der Alpen von der Cfb Zone dominiert, in welcher auch Wiener Neustadt zu finden ist. Diese wird als gemäßiges Ozeanklima beschrieben: „Mild ohne Trockenzeit, warmer Sommer. Die durchschnittliche Temperatur aller Monate liegt unter 22°C. Mindestens vier Monate mit durchschnittlichen Temperaturen über 10°C. Ganzjährig

gleichmäßig verteilte Niederschläge" (U.S. Department of Commerce 2023). Im theoretischen Konzept der Zonobiome nach Walter und Breckle (1991) liegt Österreich im nemoralen Zonobiom, welches sich durch gemäßigte Laub- und Mischwälder mit ausgeprägten Jahreszeiten, hohen Niederschlägen, und fruchtbaren Böden auszeichnet.

Das Klima Wiener Neustadts inmitten des Steinfelds ist kontinental geprägt und wurde aufgrund von häufigen Trocken- und Dürremonaten als semi-arid beschrieben (Bieringer und Sauberer 2001a). Vergleicht man die Klimadiagramme von Wiener Neustadt und geographisch nahe gelegenen Städten (*Abbildung 3*), lässt sich eine Tendenz zu trockenem Klima beobachten. Denn obwohl Payerbach auf dem fast gleichen Breitengrad weiter südlich liegt, und Mariazell etwa auf dem gleichen Längengrad weiter westlich, ähnelt Wiener Neustadt sowohl im Bezug auf Temperatur als auch Niederschlag eher dem klar im pannonicischen Klima liegenden Eisenstadt.

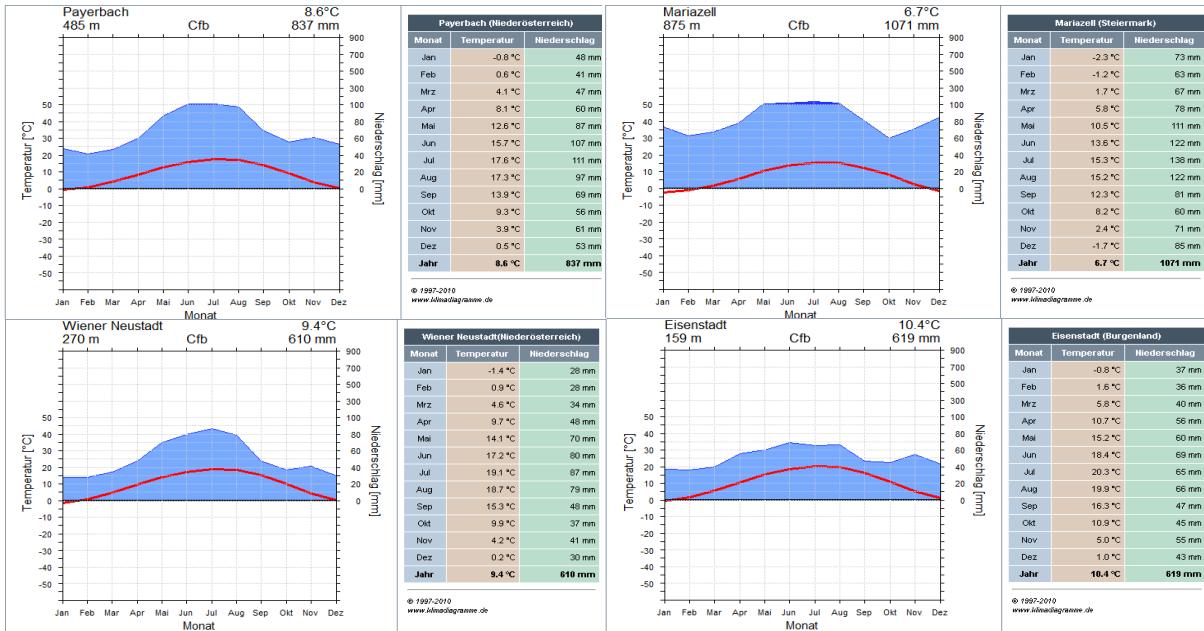


Abbildung 3 Klimadiagramme von Payerbach, Mariazell, Wiener Neustadt, Eisenstadt. Quelle: Mühr 2023.

Obwohl der allgemeine Jahreswettertrend für 2023 in Nordösterreich ein Jahresplus von +2,7° erreichte, stellte sich das Frühjahr 2023 als eines der nassesten, trübsten, und kältesten seit dem Beginn der Messperiode dar. Der Frühling in diesem Gebiet war geprägt durch extreme Wetterlagen. Auf einen trockenen und heißen März folgte eine kalte und nasse Periode, die bis in den Mai hineinreichte. In dieser Zeit kam es relativ zum Klimamittel von 1990-2020 zu 24% mehr Niederschlag, -0,4% Temperatur, und -18% Sonnenscheindauer, obwohl die atypischen Sonnen- und Temperaturwerte vom März ausgeglichen wurden (Geosphere Austria 2023, 2024).

3. Untersuchungsansatz und Methoden

Beierkuhnlein (2007) mahnt, dass Biodiversitätsanalysen unbedingt einen zeitlichen und örtlichen Rahmen brauchen, sowie eine genaue Klärung der beforschten Organismengruppen erforderlich ist. Dies wird im folgenden Abschnitt geschehen.

3.1 Forschungsaufbau

Die Datenerhebung und der gesamte Forschungsaufbau können grob in zwei Teile geteilt werden, welche sich zwar in manchen Aspekten ähneln, jedoch in den meisten divergieren. Das ist einerseits die (1) avifaunistische Erhebung und andererseits die (2) Beforschung der beta-Diversität von Insekten der Kleinareale. Letztere umfasst die Erhebung von verschiedenen Insektengruppen mit Fokus auf für Citizen Science besonders relevante Taxa wie Schmetterlingen (Lepidoptera), Heuschrecken (Orthoptera), Wanzen (Hemiptera), und Hautflügler (Hymenoptera) wie Hummeln (*Bombus*), Bienen (Apidae), oder Wespen (Vespidae). Die gefundenen Taxa werden dann mittels roter Listen von Österreich auf ihren Schutzstatus geprüft, um etwaige besonders schutzbedürftige Taxa zu identifizieren. In diesen Kleinarealen wurde auch ein höheres Augenmerk auf die Erhebung von Pflanzen gerichtet, um später Aussagen über Artzusammensetzungen und derzeitigen Stand der Biodiversität treffen zu können. Insgesamt wurden so drei Biozönosen definiert und ausgewertet (siehe Kapitel 3.3). Die Ausweitung der Erhebung der gesamten pflanzlichen Diversität auf den gesamten Friedhof wurde angedacht, jedoch aufgrund von begrenzten Ressourcen nicht umgesetzt. Zudem wird diese ohnehin eher zur Beschreibung der Gesellschaften auf den Schutzflächen benutzt, auf denen bei ersten Begehungen auch die größte Vielfalt von Gefäßpflanzen festgestellt wurden. Am restlichen Friedhof gibt es noch unzählige Klein- und Kleinstareale, welche jedoch vorrangig von Generalisten besiedelt werden, welche auch im umliegenden Stadtgebiet vorkommen und demnach auch tendenziell weniger schutzbedürftig sind.

Die Forschung startete mit einer Erstbegehung am 30.1.2023, nachdem die Formalitäten zur Beantragung der Masterarbeit geregelt wurden. Danach fanden von 20.3.2023 bis zum 14.04.2024 insgesamt 52 Datenerhebungen in einer Länge zwischen 60 Minuten und 7 Stunden mit einer Gesamtdauer von 114 Stunden statt (siehe Appendix A). Dabei wurde zwischen vogelkundlichen Begehungen und Insekten/Pflanzenerhebungen in den Kleinarealen unterschieden. Die Daten der Ersterhebung am 30.1.2024 werden zwar in die Gamma-Diversität, nicht jedoch in die Alpha- und Beta-Diversität einfließen, da zu diesem Zeitpunkt noch einige Forschungsdetails nicht genau genug ausgearbeitet waren, um diese Daten vergleichbar zu machen. Die Vogelerhebung

sollten über den gesamten Forschungszeitraum von 13 Monaten wöchentlich stattfinden. Leider war dies aufgrund von Krankheiten meinerseits und im engeren Familienkreis nicht durchwegs umsetzbar. Wie in *Tabelle 2* ersichtlich, verteilten sich die Wochen ohne Forschungstätigkeit Großteiles auf den Herbst und die Wintermonate mit dem längsten Zeitraum ohne Begehung von 3 Wochen über Weihnachten und Neujahr 2023. Die Insekten- und Pflanzenforschung fand in der Hauptaktivitätszeit von 1.6.2023 und 3.10.2023 statt. Ursprünglich sollte die Datenerhebung der Kleinareale schon je nach Aktivität schon Mitte April beginnen, jedoch führte der ungewöhnlich kalte und nasse Frühling 2023 zu einer enorm eingeschränkten Aktivität und kaum vorhandene Taxa, weshalb dieser Forschungsbeginn in den Juni verschoben wurde. Die Stadt Wiener Neustadt in Form von Umweltstadtrat Norbert Horvath und Friedhofsleitung Frau Dipl. Ing. Christina Müller hatten ab April alle Forschungsarbeiten am Friedhofsareal innerhalb und außerhalb der Öffnungszeiten genehmigt.

Tabelle 2 Forschungsperiode (März 2023 - April 2024). Wochen in denen Begehungen stattgefunden haben in Grün und Wochen ohne in Grau.

| KW | KW | KW | KW |
|---------|---------|---------|---------|
| --- | --- | --- | ----- |
| KW10 23 | KW26 23 | KW42 23 | KW6 24 |
| KW11 23 | KW27 23 | KW43 23 | KW7 24 |
| KW12 23 | KW28 23 | KW44 23 | KW8 24 |
| KW13 23 | KW29 23 | KW45 23 | KW9 24 |
| KW14 23 | KW30 23 | KW46 23 | KW10 24 |
| KW15 23 | KW31 23 | KW47 23 | KW11 24 |
| KW16 23 | KW32 23 | KW48 23 | KW12 24 |
| KW17 23 | KW33 23 | KW49 23 | KW13 24 |
| KW18 23 | KW34 23 | KW50 23 | KW14 24 |
| KW19 23 | KW35 23 | KW51 23 | KW15 24 |
| KW20 23 | KW36 23 | KW52 23 | |
| KW21 23 | KW37 23 | KW1 24 | |
| KW22 23 | KW38 23 | KW2 24 | |
| KW23 23 | KW39 23 | KW3 24 | |
| KW24 23 | KW40 23 | KW4 24 | |
| KW25 23 | KW41 23 | KW5 24 | |

3.2 Der Friedhof Wiener Neustadt

Der Friedhof Wiener Neustadt liegt im Nordosten von Wiener Neustadt im Stadtviertel Josefstadt, und in unmittelbarer Nähe zu Flugfeld und Civitas Nova an den Koordinaten 47,826675°N 16,246201°E (WGS) auf 264m Seehöhe. Das Areal (*Abbildung 4 und 5*) liegt eingesäumt zwischen

den Hauptverkehrs Routen B17 (Wiener Straße), der B60 (Pottendorferstraße) und der Stadionsstraße. Direkt angrenzend im Süd-Osten befindet sich der Walther-von-der-Vogelweide Park, mit dem Denkmal „Spinnerin am Kreuz“ welcher mit seinem hohen Altbaumbestand auch einen Einfluss auf die Diversität am Friedhof ausübt. Der Friedhof wurde 1866 gegründet und bis zum zweiten Weltkrieg ständig erweitert. In diesem kam es jedoch im Zuge der fast vollständigen Zerstörung der Stadt durch Fliegerbomben auch zu massiven Schäden am Friedhof. Dieser wurde erst um das Jahr 1955 wiederhergestellt und teilweise erweitert (Stadtarchiv Wiener Neustadt; Gerhartl 1978). Er erstreckt sich auf 12,5 Hektar mit zum größten Teil betonierten oder geschotterten Wegen, Denkmäler, Gebäuden der Friedhofsverwaltung sowie einer Aufbahrungshalle.

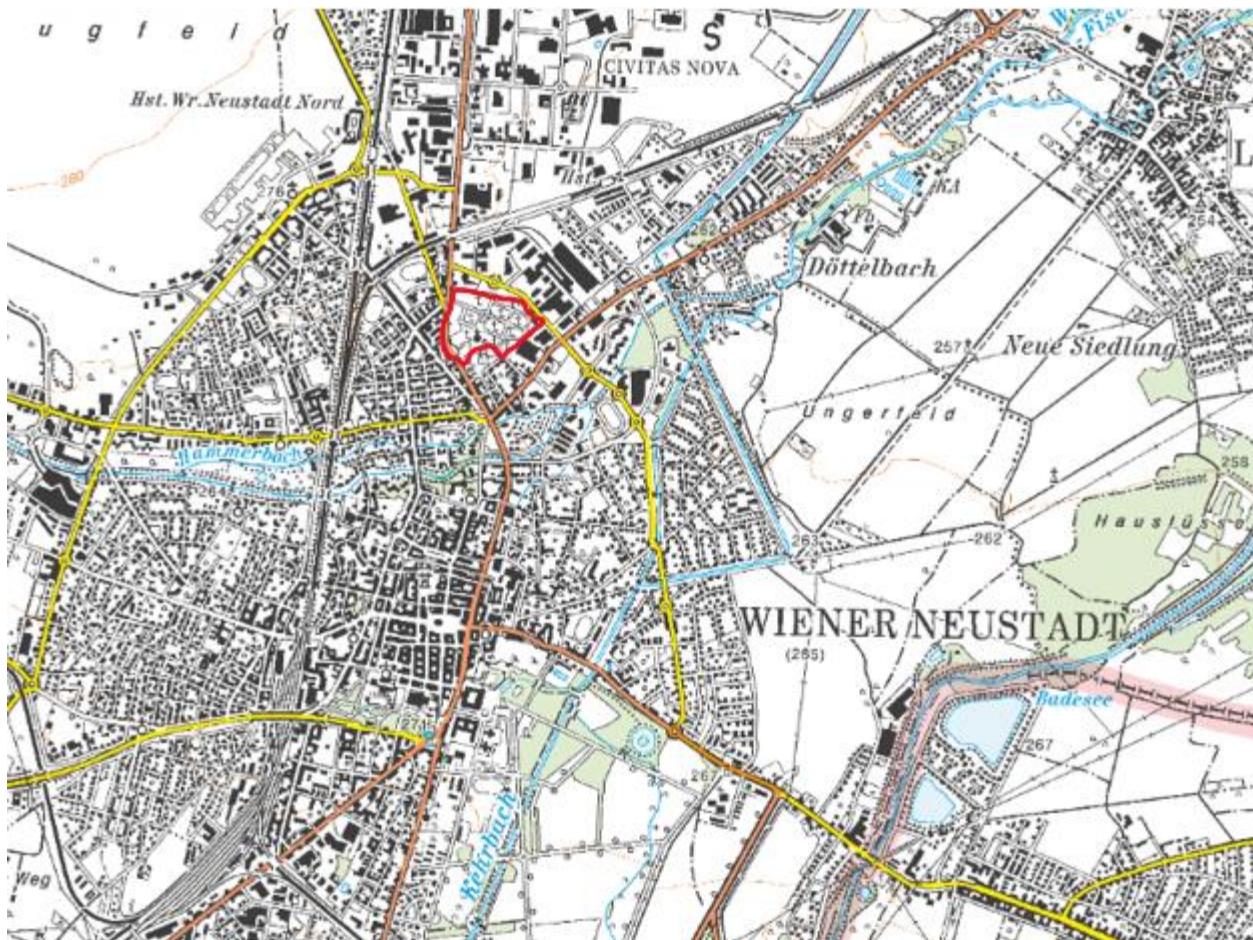


Abbildung 4 Lage des Friedhofs in Wiener Neustadt (rot) Quelle: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 2024.



Abbildung 5 Satellitenaufnahme des Friedhofsareals. Gut erkennbar die Grünareale im Norden (Nordwiese), Westen (Westwiese), und Osten (Südwiese). Der Walther-von-der-Vogelweide Park liegt im Süden. Quelle: Google Maps 2023.

Die Lage des Friedhofes ist auch deshalb von großer Bedeutung, da dieser inmitten von Industriezentren und Wohnanlagen eine der wenigen Flächen mit offener Wiesenvegetation darstellt. Die nächsten Grünräume befinden sich weiter entfernt im Süden im Akademiepark, am westlichen Teil des Fischabaches, sowie im Norden am Flugfeld mit seiner Steppenvegetation.

3.3 Vogelareale und Biozönosen

Wie oben beschrieben wurden der Friedhof gemäß den Anforderungen der beiden Erhebungsschwerpunkte in verschiedene Areale beziehungsweise Zönosen unterteilt. Dabei haben mehrere Begehungen in der Planungsphase Biodiversitätsschwerpunkte deutlich werden lassen, aufgrund

welcher die Zonen unterteilt wurden. Für die Vögel wurde aufgrund ihrer hohen Mobilität größere Areale gewählt, welche den Friedhof in 4 Teile unterteilen. Diese wurden Westbereich (WB), Nordbereich (NB), Südbereich (SB) und Mitte (Mitte) genannt. Die genaue Abgrenzung der Areale sind in *Abbildung 6* dargestellt. Hier soll eine grobe Beschreibung der Areale mit deren Eigenheiten stattfinden. Der Westbereich (~2,49ha) besteht zum Großteil aus Grabreihen mit der Ausnahme der Wiesenfläche im nördlichen Teil. Die Mauer zur B17 ist fast durchgehend mit einer Hecke gesäumt und er verfügt über mäßigen Baumbestand. Der Nordbereich (~2,85ha) wird geprägt durch die große Wiesenfläche im Norden, dem Baumbestand um den Bauhof, sowie die aufgeschütteten Sichtschutzhügel welche durch ihre Artzusammensetzung interessante Lebensräume darstellen. Die Nordwand ist fast durchgehend entweder von einer Hecke umgeben oder von Efeu bedeckt. Zusätzlich wurde im westlichen Teil des Gebietes im Frühjahr 2024 ein Waldfriedhof angelegt in welchen naturnahen Bestattungen stattfinden sollen. Zu diesem Zwecke wurden mehrere Bäume zusätzlich zu den bestehenden gepflanzt und der Bereich von einer natürlichen Hecke bestehend aus verschiedenen Sträuchern angesetzt. Diese finden sich zwar in der Gamma-Diversität wieder, hatten jedoch aufgrund ihrer erst kürzlichen Aussetzung noch keinen Einfluss auf die zoologische Vielfalt. Die Mitte besteht zum Großteil aus Grabreihen, welche von OSO nach WNW von einer Allee mit Altbäumen durchzogen wird. Der Südbereich umfasst die Wiesenfläche im Süden inklusive der Urnengräber, und nach Norden bis zur Kirchengrabwiese. Besonders anzumerken ist hier ein hoher Baumbestand sowie mehrere strukturreiche Hecken. Zum SB und WB muss auch erwähnt werden, dass die Baumreihe am Rande des Walther-von-der-Vogelweide Parks

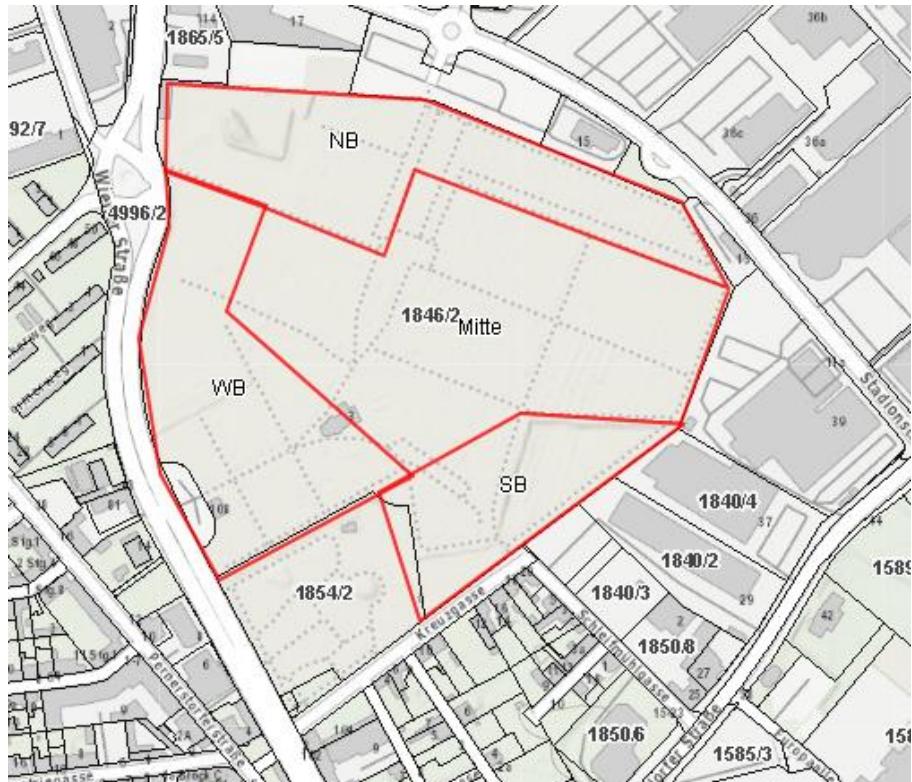


Abbildung 6 Vogelareale am Friedhof Wr. Neustadt. Karte adaptiert von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2023.

bensräume darstellen. Die Nordwand ist fast durchgehend entweder von einer Hecke umgeben oder von Efeu bedeckt. Zusätzlich wurde im westlichen Teil des Gebietes im Frühjahr 2024 ein Waldfriedhof angelegt in welchen naturnahen Bestattungen stattfinden sollen. Zu diesem Zwecke wurden mehrere Bäume zusätzlich zu den bestehenden gepflanzt und der Bereich von einer natürlichen Hecke bestehend aus verschiedenen Sträuchern angesetzt. Diese finden sich zwar in der Gamma-Diversität wieder, hatten jedoch aufgrund ihrer erst kürzlichen Aussetzung noch keinen Einfluss auf die zoologische Vielfalt. Die Mitte besteht zum Großteil aus Grabreihen, welche von OSO nach WNW von einer Allee mit Altbäumen durchzogen wird. Der Südbereich umfasst die Wiesenfläche im Süden inklusive der Urnengräber, und nach Norden bis zur Kirchengrabwiese. Besonders anzumerken ist hier ein hoher Baumbestand sowie mehrere strukturreiche Hecken. Zum SB und WB muss auch erwähnt werden, dass die Baumreihe am Rande des Walther-von-der-Vogelweide Parks

(Gebiet 1854/2 in *Abbildung 6*) auch in die Daten miteinbezogen wurde, da Vögel häufig von diesen in den Friedhof hin- und hergeflogen sind, und diese dadurch faktisch nicht vom Friedhof zu trennen sind, weil eine 2 Meter hohe Friedhofsmauer darunter verläuft. Diese Inklusion könnte jedoch auch dazu geführt haben, dass sich die beiden Vogelbereiche in ihren Daten mehr ähneln, als sie sollten, da alle Arten des Parks für beide Areale in die Zählung miteingeflossen sind. Alle beschriebenen Strukturen lassen sich zur besseren Veranschaulichung auf der Satellitenaufnahme des Friedhofs in *Abbildung 5* finden.

Bei ersten Begehungen des Areals war zu bemerken, dass sich die Diversität und Abundanz von Insekten an drei Orten am Friedhofsgelände verstärkt konzentrierten. Um herauszufinden ob, und warum diese Vielfalt genau an diesen Arealen verstärkt ist, wurden sie abgegrenzt und als Forschungsareale bestimmt (*Abbildung 7* und *8*). Daraus entstand damals der Eindruck, dass die Areale Nordwiese und Südweste über höhere Aktivität verfügen als die Westwiese. Dadurch wurde auch die Forschungsfrage aufgeworfen, ob und wie sich die Areale unterscheiden, und ob man positive oder negative Verbindungen zwischen gewissen Parametern in Bezug auf Biodiversität herstellen kann. Schon bei erstem Betrachten zeigen sich große Unterschiede bei der Struktur der drei Biozönosen. Die Nordwiese (~5140m²) verfügt neben einer weitflächigen Wiese über eine für viele Tiere und Pflanzen attraktive Böschung und ein beschattetes Wäldchen. Die Südweste (~6254m²) besteht aus einer Wiesenfläche mit Bäumen und strukturreiche Hecken. Die Westwiese (~7100m²) verfügt ebenfalls über eine Wiesenfläche und zusätzlich verbuschte Hecken.

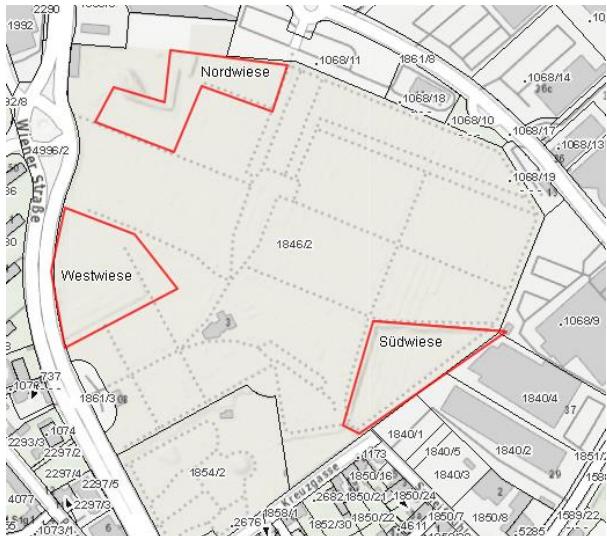


Abbildung 7 Biozönotische Erhebungsgebiete am Friedhof Wr. Neustadt. Quelle: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2023.



Abbildung 8 Biozönotische Erhebungsgebiete am Friedhof Wr. Neustadt. Satellitenaufnahme mit eingefärbten Arealen. Karte adaptiert von Google Maps 2023.

3.4 Datensammlung

3.4.1 Avifaunistische Erhebungen

Die Datensammlung fand zwischen März 2023 und April 2024 statt. Die avifaunistischen Erhebungen wurden an den jeweiligen Tagen in allen vorher definierten Gebieten gleichmäßig durchgeführt. Das heißt in einer Begehung von 90 Minuten, wurde jedes Areal etwa 22 Minuten erhoben. Bei 120 Minuten jedes Gebiet 30, und so weiter. Begehungen unter 90 Minuten sollten falls möglich nicht stattfinden, da die Wahrscheinlichkeit auf Vögel die empfindlich auf Störungen sind zu treffen sinkt. Zwanzig Minuten ist als genügend Zeit für eine Vogelzählung zu sehen, da (Fuller und Langslow 1984) eine Sättigung der Sichtung neuer Arten nach 15 Minuten berechnet haben. In dieser Zeit konnten 87% der Arten in einem Gebiet nachgewiesen werden. Sie beschreiben jedoch auch mögliche Vorteile von längeren Beobachtungszeiten wie die größere Wahrscheinlichkeit Vögel beim Einflug wahrzunehmen oder störungssensible Vögel zu beobachten. Die Erhebungen erstreckten sich vom 12. März 2023 bis zum 14. April 2024 und teilen sich auf 32 Begehungen mit insgesamt 62 Stunden auf. Somit fanden die Erhebungsdauer der Begehungen in 65.57% der Wochen statt. Die längste Spanne zwischen zwei dezidierten vogelkundlichen Begehungen lag einmalig bei 30 Tagen, mit einem Gesamtdurchschnitt von einer Begehung alle 11,08 Tage. Folglich lag dieser Schnitt über der angestrebten Frequenz von einer Erhebung pro 7 Tagen. Die fehlenden Wochen waren bedingt durch Krankheiten von mir oder innerhalb der engsten Familie, welche eine Begehung nicht möglich machten. Auch wurde aus zeitlichen Gründen in Wochen in denen Insektenrehebungen stattfanden keine Vogelbegehungen durchgeführt.

Während der Zeit in den Gebieten wurde zwischen Punkttaxierungen an strategisch vielversprechenden Stellen mit guter Sicht auf Orte mit hoher Aktivität wie Hecken oder Bäume und Begehungen des ganzen Areals alterniert. Die Beobachtungen wurden mittels Fernglases und Spektiv durchgeführt. Besonders in der Hauptbrutzeit wurde ein Fokus auf den Gesang der Vögel sowie auf mögliche Brutpaarbildung gelegt und möglichst frühe Begehungen angestrebt, um die morgendlich starke Gesangsaktivität zu erwischen. Später wurde dann versucht Jungtiere in Gruppen auszumachen, um auf mögliche Brutvorgänge zu schließen. Um nach möglichen nachtaktiven Vögeln zu suchen, fanden zwei Begehungen von der Dämmerung bis etwa 23 Uhr statt, welche jedoch keine Sichtungen hervorbrachten. Im Winter wurde der Baumbestand bei Begehungen regelmäßig nach rastenden Eulen abgesucht, sowie über das ganze Jahr unter Bäumen nach passiven Nachweisen wie Gewölle, Federn, Nestern, oder großen Vorkommen von Guano Ausschau gehalten. Dies

führte aber ebenfalls zu keinen Nachweisen. Das Hauptbestimmungswerk war der „Kosmos Vogelführer“ (oft nur „der Svensson“ genannt) (Svensson 2021) in Papier und als digitale App. Unbekannte Vogelstimmen wurden mit der „Merlin“ oder „BirdLife App“ aufgenommen und dann nochmal mit den Aufnahmen in der Kosmos Vogelführer App gegengeprüft um Fehlbestimmungen und Ungenauigkeiten der oft unzuverlässigen KI zu verhindern. Für besonders anspruchsvolle Bestimmungsfälle wurde das Handbuch „Vögel beobachten“ (Khil 2021) herangezogen. Angelehnt an die Methodik bei der Stunde der Wintervögel von BirdLife Österreich wurden bei Vögeln immer nur die gleichzeitig gesichtete Höchstzahl gemessen. Dies ist der hohen Mobilität dieser Tiere geschuldet, was ansonsten zu wenig validen Daten geführt hätte. So hätte man beispielsweise nicht sagen können ob von 3 Vögeln im SB, 1 in Mitte, und 5 im NB, Individuen nicht einfach von einem Gebiet ins andere geflogen sind, was zu einer Verzerrung der gesamten Individuenzahl geführt hätte. In dem Fall, dass in mehreren Gebieten gleich viele Individuen gesichtet wurden, wurden beide eingetragen. Hat ein Vogel das Areal des Friedhofs nur überflogen, oder sich ständig in dessen Luftraum aufgehalten (wie oft bei Mauersegtern oder Schwalben) wurde „Überflug“ eingetragen. Diese Vögel wurden trotzdem aufgenommen, da selbst der Lebensraumcharakter als verkehrsberuhigter und lärmreduzierter Raum die Vogelaktivität darüber beeinflussen kann. Wenn Vögel an den Schwerpunkttagen für Insekten wahrgenommen wurden, wurden diese in die Liste aufgenommen, jedoch unter Areal mit „Westwiese“ statt WB angeführt. Diese Daten werden dann zwar für Analyse der Gamma-Diversität aber nicht für die Beta-Diversität zwischen den Vogelgebieten verwendet, da nicht immer alle Areale im gleichen Ausmaß begangen wurden und demnach auch keine Vergleichbarkeit gegeben wäre.

3.4.2 Beta-Diversitätsforschung der Biozönosen

Die Datenerhebung der Insekten und Pflanzen auf den Kleinarealen war gleichsam von den spezifischen Eigenheiten dieser Gruppen geprägt. Es war zu erwarten, dass die Ab- und Anwesenheit der meisten anzutreffenden phytophagen Insekten durch das Vorkommen ihrer Futterpflanzen, und in weiterer Folge zoophage Insekten durch das ihrer Beute bedingt wurde. Deshalb wurden diese Areale speziell aufgrund ihrer potenziellen hohen pflanzlichen Diversität und ihrer ausgedehnten Grünflächen ausgewählt. Da es noch keine Daten für diesen Friedhof gab, sollte durch das Erheben von drei verschiedenen Flächen Aussagen darüber gewonnen werden, welche Artenzusammensetzungen und Biotoptypen hier zu höherer Biodiversität führen.

Wie schon zu Beginn dieses Abschnittes erwähnt, sollten die Insektendatenerhebungen ursprünglich Anfang April starten, was jedoch durch den ungewöhnlich kalten und nassen Frühling (siehe Abschnitt 2.8.2) verhindert wurde. Bei den trotzdem stattgefundenen Begehungen zur Vogelerhebung wurden auch immer wieder die Forschungsareale begutachtet und auf Aktivität untersucht. Da sich das Aufkommen von fast allen zu beforschenden Tiergruppen als kaum vorhanden herausstellte, wurde der Forschungsstart verschoben, bis sich das Wetter und die Aktivität auf den Flächen erholt hatte. Dieser späte Start führte dann auch in den Sommermonaten zu einigen Terminkollisionen mit den Vogelerhebungen, diese wurden immer nur exklusiv pro Woche durchgeführt. Die Erhebungen der Biozönosen wurden dann von 1. Juni bis 3. Oktober in einem dreiwöchigen Intervall durchgeführt. In diesen Wochen fanden die drei Forschungstage in möglichst eng beieinander liegenden Tagen statt. Die Erhebungstage wurde nach Möglichkeit an Tagen ohne prognostizierten Regen durchgeführt, um auf möglichst hoher Insektenaktivität in den Gebieten zu treffen. Am Ende ergaben sich sechs Erhebungsperioden mit insgesamt rund 43 Forschungsstunden (*Tabelle 3*).

Tabelle 3 Begehungsperioden und Dauer der Insektenforschung am Friedhof Wr. Neustadt.

| Bereich | 1.6. | 20.6./22.6. | 11./15./16.7. | 3.8. | 31.8./1./3.9 | 7.9. | 3.10. | Gesamt |
|------------|--------|-------------|---------------|---------|--------------|------|-------|--------|
| Südwiese: | 02:15h | 02:30h | 3h | Ausfall | 3h | 3h | X | 13:45h |
| Nordwiese: | 02:15h | 02:30h | 3h | 02:30h | 3h | X | X | 13:15h |
| Westwiese: | 02:15h | 02:30h | 3h | 02:30h | 3h | X | 3h | 16:15h |

Aufgrund von witterungsbedingten Einschränkungen in Form von Starkregen fehlt ein Erhebungsstag der Südwiese in der 1. Augusterhebung, welche dafür im September bei einer Alleinerhebung ausgeglichen wurde, um eine gleichmäßige Aufteilung der Forschungsstunden auf die Areale zu fördern. Bei der Erhebung Anfang Oktober wurde bei besten Bedingungen nach drei Stunden nur vier Insektenarten auf einem Areal vorgefunden, weshalb nach einer Begehung der anderen Areale mit einem ähnlichen Ergebnis die Insekterhebung für beendet erklärt werden musste. Darüber hinaus wurden bei den nächsten vogelkundlichen Begehungen auch weiter nach einer möglichen erneuten Steigerung der Insektenaktivität Ausschau gehalten, was jedoch nicht beobachtet werden konnte. Im Frühjahr 2024 wurde bei den avifaunistischen Begehungen auch vermehrt auf Frühblüher geachtet und Tiere, die ohne Fangmaterial gefangen werden, wurden ebenfalls miterhoben.

Diese fließen jedoch aufgrund der Vergleichbarkeit nicht in die Beta-Diversitätsanalysen der Areale mit ein, werden aber für die Analyse der Artgemeinschaften und für die Gamma-Diversität verwendet. Insgesamt führte also die sehr kurze Aktivitätszeit aufgrund des suboptimalen Wetters, gepaart mit terminlichen Schwierigkeiten zu einer geringeren Forschungszeit als ursprünglich geplant. Andererseits wurde die restliche Zeit mehr in die vogelkundlichen Begehungen investiert, was diese Datenmenge erhöht hat. Bei einer Wiederholung der Planung würde wahrscheinlich der Fokus auf eine der beiden Forschungsansätze zu einer besseren Datenqualität führen.

3.5 Fangmaterial und Methodik

Die Fangmaterialien und Methodik richteten sich ebenfalls maßgeblich nach den Insektenarten. Um den Stress bei den Tieren so gering als möglich zu halten, wurden solche die ohne sie zu fangen identifiziert werden konnten auch so bestimmt. Wurden Tiere gefangen, wurden diese in Fangbehältern aus Plexiglas auf einer Plane aufbewahrt, bis mehrere Tiere einer Gruppe gefangen wurden und eine Bestimmung durchgeführt werden konnte. Die Plane wurde immer an möglichst schattigen Orten aufgelegt, um negative Auswirkungen auf Insekten zu minimieren, da manche stark auf Hitze reagieren und dies bis zum Tod des Individuums führen kann. Mussten die Tiere in die Hand genommen werden, wurde mit höchstmöglicher Sorgfalt agiert und diese dann so schnell wie möglich wieder in der Nähe der ursprünglichen Fundstelle freigelassen. Die Fangmethodik richtete sich nach den Begebenheiten im Areal. Für die Erhebung von Schmetterlingen und Heuschrecken wurden die Wiesenflächen auf den Biozönosen mit Transekttgängen begangen und mithilfe eines Schmetterlingskeschers auffliegende Schmetterlinge gefangen. Ist einer abgeflogen wurde dieser auch zum Fangen verfolgt. Der Transekttgang wurde dann am vorherigen Punkt fortgeführt. Bei diesen Gängen wurde ein zwei Meter Korridor immer wieder diagonal gequert, und dabei regelmäßig mit dem Fangnetz durch das hohe Gras geschlagen, um vor allem Heuschrecken in der Vegetation zu fangen. Sind dabei auch andere Insekten ins Netz gegangen, wurden diese auch bestimmt und in die Tagesliste aufgenommen. Ein besonderes Augenmerk bei diesen Begehungen wurde auf die Blüten von Blühpflanzen gelegt, um mögliche Blütenbesucher zu bestimmen. Diese wurden entweder mittels Fotos später identifiziert oder mittels Kescher gefangen. *Tabelle 4* zeigt eine Aufstellung der Bestimmungswerke, die für die Identifikation der verschiedenen Taxa verwendet wurden. Unter diesen befinden sich sowohl Druckwerke als auch digitale Bestimmungsliteratur aus dem Internet.

Tabelle 4 Verwendete Bestimmungsliteratur.

| Gruppe / Taxa | Bestimmungsliteratur |
|---|---|
| Bestimmungswerke die mehrere Gruppen/Taxa inkludieren | Köhler 2022; Bellmann 2018; Klausnitzer und Stresemann 2011; Klausnitzer et al. 2019; Schaefer 2010 |
| Schmetterlinge | Bellmann 2016b; Baldia und Baldia 2018 |
| Heuschrecken | Fischer et al. 2020; Bellmann et al. 2019 |
| Hummeln/ Wildbienen/ Wespen | Gokcezade et al. 2010; Petrischak 2021 |
| Spinnen | Bellmann 2016a |
| Pflanzen | Spohn et al. 2021; Fischer et al. 2008 |

Tiergruppen die nicht dezidiert in der Forschungsplanung miteinbezogen waren, aber auch vorkamen, wurden trotzdem bestimmt und in die Liste aufgenommen. Dies bezieht sich ebenso auf größere Tiere wie Katzen und Igel. Bei den Abendbegehungen konnten auch eine große Zahl Fledermäuse beobachtet werden, welche jedoch aus Mangel an speziell dafür notwendiger Zusatzausrüstung nicht bestimmt wurden.

3.6 Auswertung

In der Auswertung wurden die verschiedenen Areale der zwei Forschungsschwerpunkte für manche Analysen getrennt, für andere zusammengefasst und nach Whittaker (Whittaker 1972; Whittaker et al. 2001) ausgewertet:

- α -Diversität: Die Vielfalt ausgewählter Elemente in einem begrenzten Areal.
- β -Diversität: Der Unterschied in der Artenzusammensetzung zwischen Arealen
- γ -Diversität: Die Vielfalt ausgewählter Elemente in einem größeren Areal (bestehend aus mehreren α -Diversitätsdatensätzen)

Die Alpha-Diversität wird für alle vier Vogelgebiete (NB, SB, WB, Mitte) sowie für die drei Insektenareale (Nordwiese, Südiese, Westwiese) errechnet. Die Beta-Diversität, für den Wert der Arealvergleiche, wird sowohl zwischen den Vogelarealen als auch zwischen den Insektenarealen berechnet. Dabei wird vor allem auf Vergleichbarkeit Wert gelegt, weshalb gewisse Datensätze der Erhebungen die zum Beispiel vor der Erstellung der Forschungsmethodik stattgefunden haben nicht miteinbezogen werden. Jedoch werden diese Daten dann trotzdem in die gesamte Artenviel-

falt am Friedhofsareal (Gamma-Diversität) miteinbezogen. Gleichsam verhält es sich mit den Vögeln, die nur über dem Friedhof fliegend gesichtet wurden. Ihr Fundort wurde im Erhebungsformular mit „Überflug“ bezeichnet, da sie keinem dezidierten Gebiet zuzuordnen gewesen wären.

Es gibt einige Ansätze zur Berechnung von Alpha-Diversität um gewisse Unterschiede wie die Dominanz (Simpson’s Diversity Index) oder Verteilung (Pilou’s Evenness) von Taxa hervorzuheben (Beierkuhnlein 2007). Für den Großteil dieser Daten ist jedoch die genaue Artenzahl erforderlich, welche nur für die Vögel vorliegt. Diese wurden aber wiederum immer nur in der maximalen Anzahl pro Gebiet pro Tag erhoben, da diese Daten ansonsten aufgrund der hohen Mobilität wenig Aussagekraft über die tatsächliche Verteilung der Taxa ermöglicht hätten. Das führt zu einer diffizilen Ausgangslage, was Rohdaten für die verschiedenen Biodiversitätindizes anbelangt. Gleichfalls hätte eine Abundanzerhebung bei Insekten dazu geführt, dass im gesamten Areal alle Schmetterlinge die gefunden wurden, eingesammelt, bestimmt, und bis zum Ende der Erhebung nicht mehr freigelassen werden hätten dürfen, um Doppelzählungen und erneute Bestimmungen zu vermeiden. Darauf wurde zum Schutz der Tiere vor übermäßigen Stress verzichtet. Stattdessen wird durch die Analyse der Verteilung der maximalen Artzahlen nach Gebieten eine Trendanalyse erstellt, in welcher gezeigt werden soll in welchen Gebieten sich verschiedene Taxa bevorzugt aufhalten. Dies führte dazu, dass für die Auswertung verschiedene Alpha-Indizes verwendet werden.

Einerseits wird die Artenvielfalt (S) pro Gebiet gemessen (S = Gesamtzahl der Arten). Andererseits wird anhand der vorhandenen Daten inklusive Individuenzahl Fisher’s Alpha (Fisher et al. 1943) für Vögel, und eine abgewandelte Form das Shannon Index (Beierkuhnlein 2007: 146) ermittelt. Es gibt keine festgelegten Grenzwerte bei der Berechnung, jedoch reichen typische Ergebnisse des Shannon-Index je nach Gebiet zwischen 0 und 4,5. Werte über 4 werden zumeist nur an Biodiversitätshotspots wie tropischen Regenwäldern oder Korallenriffen verzeichnet. Da der Shannon-Index hier aufgrund der fehlenden Daten zur Individuenzahl bei Insekten ohne diesen Wert berechnet wird, wurde für jede gefundene Art angenommen, dass diese gleich oft vertreten war. Dieser Umstand erhöht die Ergebnisse weit über den zu erwartenden Wert. Obwohl dieser angepasste Index somit nicht mit vollständigen Shannon-Index Werten vergleichbar ist, kann er doch zum Vergleich der Areale in Bezug auf Vorkommen und Fehlen von Arten untereinander dienen.

$$S = \alpha \ln\left(1 + \frac{N}{\alpha}\right)$$

Fisher's Alpha

S = Gesamtzahl der Arten.

α = Fisher's Alpha.

N = Gesamtzahl der Individuen.

$$H' = -\sum(pi \cdot \ln(pi))$$

Shannon Index

H' = Diversität

pi = Anteil der Individuen der Art

i an der Gesamtzahl der Individuen.

ln = natürlicher Logarithmus.

Der Vorteil an Fisher's Alpha besteht darin, dass in diesem nicht nur die reine Artenzahl, sondern auch die Verteilung der Häufigkeiten der Arten miteinbezogen werden. Fisher's Alpha hat keine festen maximalen Werte, sondern kann aufgrund der Wechselwirkung von Artenzahl und Individuenzahl theoretisch unendlich hoch sein. Für gewöhnlich bewegt sich der Wert in nicht außergewöhnlich diversen Lebensräumen wie Tropenwäldern zwischen 10 und 20. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass durch die Erhebungsmethodik der Maximalzählungen immer nur Daten aus Teilgebieten vorliegen und es somit zu Verzerrungen bei der Verteilung der Vogelarten kommen kann. Somit muss dieser Wert bei Vergleichen mit anderen Berechnungen von Fisher's Alpha in Biodiversitätsstudien mit Vorsicht interpretiert werden. Nichtsdestotrotz kann dieser Index innerhalb dieser Studie dazu verwendet werden, um einen relativen Vergleich der Biodiversität zwischen den Gebieten zu ermöglichen, da die Datensammlungsmethode in allen Gebieten konsistent angewendet wurde. Unterschiede in Fisher's Alpha zwischen den Gebieten können somit immer noch auf relative Unterschiede in der Biodiversität hinweisen, auch wenn die absoluten Werte nur mäßig zur Vergleichbarkeit mit anderen Forschungen mit diesem Wert geeignet sind.

Ebenso wie bei der Alpha-Diversität gibt es auch bei der Beta-Diversität verschiedenste Ansätze und Berechnungsmethoden die von einfachen binären Systemen bis hin zu äußerst komplexen Gleichungen reichen. Um einen Konsens zu erreichen und die verschiedenen Berechnungsmethoden der β-Diversität auf Qualität zu überprüfen, unternahmen (Koleff et al. 2003) eine Metaanalyse von 24 Beta-Diversitätsstudien. Basierend auf mehreren Qualitätskriterien für unterschiedliche Biodiversitätsanalysen wurden acht als gut, wenn auch nicht ohne Kritikpunkte, bewertet. Basierend auf den Empfehlungen von Koleff et al. wird für dieses Forschungsprojekt der erneuerte Beta-Diversitätsindex „βsim“ nach Lennon et al. (Lennon et al. 2001) basierend auf (Simpson 1943) angewendet.

$$\beta_{\text{sim}} = \frac{\min(b,c)}{\min(b,c) + a}$$

Beta-Diversität (Simpson)

a = Taxa die in beiden Arealen vorkommen.

b = Taxa exklusiv in Areal 1.

c = Taxa exklusiv in Areal 2.

Diese Berechnung ergibt einen Wert zwischen 0 und 1, welcher die Unterschiede zwischen zwei Arealen veranschaulicht, wobei 0 eine komplette Übereinstimmung (alle Taxa kommen in beiden Arealen) und 1 eine komplette Unterschiedlichkeit (Kein Taxon kommt in beiden Arealen vor) bedeutet.

Als letzten Schritt zur Beantwortung der Forschungsfrage bezüglich des Bedrohungsstatus der Taxa am Friedhof werden diese mit den roten Listen (Berg et al. 2005; Gepp 2005; Höttinger und Pennersdorfer 2005 in (Zulka und Wallner, Ruth (Gesamtred.) 2005); Raab et al. 2006; Hueumer 2007; Reisschütz und Reisschütz 2007 in (Zulka und Wallner, Ruth (Gesamtred.) 2007); Holzinger 2009 in (Zulka und Wallner, Ruth (Gesamtred.) 2009); Dvorak et al. 2017; Neumayer et al. 2024; Rabitsch und Frieß 2024) vom österreichischen (Umweltbundesamt) verglichen.

4. Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Datenerhebung in möglichst objektiver und strukturierter Form dargelegt. Zuerst wird die Alpha-Diversität und Beta-Diversität für Vögel dargestellt, bevor diese für die Biozönosen beschrieben wird. Abschließend wird eine Liste der gesamten Delta-Diversität präsentiert und in ihren systematischen Unterkategorien dargestellt. Die Implikationen der Daten auf die Forschungsfragen werden im Abschnitt 5 stattfinden. Bei der Aufarbeitung der Daten sowie der visuellen Darstellung wurde ich von meinem Kollegen Alexander Schmied, MSc, sowie Dipl. Ing. Susanne Wagner, BSc unterstützt. Die Datenberechnung und Visualisierung fand mittels Excel, Python Script, sowie ChatGPT 4o statt.

4.1 Avifaunistische Alpha-Diversität des Friedhofs

Die Auswertung der Alpha-Diversitätsberechnungen nach den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Methoden ergaben folgende initiale Daten dargestellt in *Tabelle 5*. Wichtig dabei zu beachten ist, dass Fisher's Alpha einen abstrakten Wert darstellt der nicht mit der realen Individuendichte oder Artenzahl verwechselt werden darf. Diese fließt lediglich in die Berechnungen mit ein, um die Werte dahingehend vergleichbarer und valider zu machen.

Tabelle 5 Fisher's Alpha und Artenvielfalt der Vögel vom Friedhof Wr. Neustadt.

| | Südbereich (SB) | Nordbereich (NB) | Mitte | Westbereich (WB) |
|----------------|-----------------|------------------|-------|------------------|
| Fisher's Alpha | 7,24 | 7,19 | 6,19 | 5,33 |
| Artenvielfalt | 33 | 30 | 27 | 19 |

Er wurde aus insgesamt 450 Beobachtungen von 1373 Individuen berechnet, welche sich auf 49 Arten im gesamten Areal verteilten. Die Artenvielfalt hingegen gibt die genaue Zahl der in diesen Gebieten nachgewiesenen Arten an. Fisher's Alpha weist auf eine relativ gleichwertige Verteilung zwischen den Gebieten SB und NB hin, gefolgt von Mitte und dann abgeschlagen der WB. Auch bei der Anzahl der verschiedenen Arten wurden

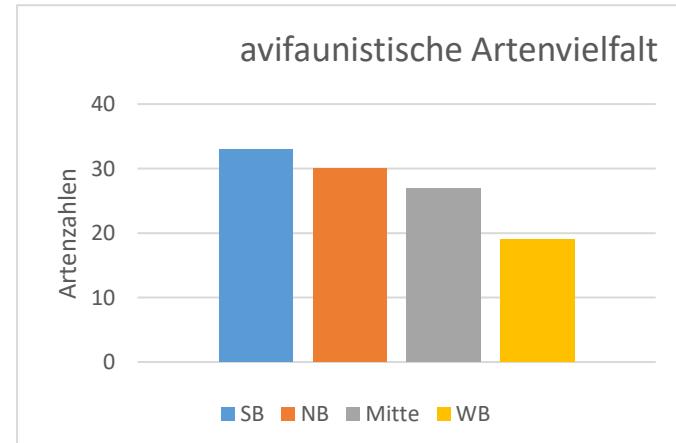


Abbildung 9 Avifaunistische Artenvielfalt nach Artenzahl und Gebiet.

im SB mit der höchsten Artenvielfalt im Vergleich zum NB ~42% mehr Arten angetroffen als im WB (*Abbildung 9*).

Durch die Aufschlüsselung der gefundenen Taxa in ihre Ordnungen und Familien in den unterschiedlichen Gebieten lassen sich Rückschlüsse über diese Areale ableiten (*Abbildung 10* und *Abbildung 11*). Die Vögel in den beobachteten Arealen (ohne Überflug) teilen sich in 5 Ordnungen und 20 Familien auf. Die Verteilung der Ordnungen in den Arealen Mitte, NB (Nord-Bereich), SB (Süd-Bereich) und WB (West-Bereich) zeigt interessante Verteilungsmuster. In allen vier Arealen dominiert die Ordnung der Passeriformes (Sperlingsvögel), was auf eine hohe Diversität und Häufigkeit dieser Gruppe hinweist. In den Arealen NB und SB sind die Passeriformes mit 92,1 und 83,1 Prozent der gesamten Ordnungen besonders zahlreich vertreten, was möglicherweise auf eine größere Vielfalt an Lebensräumen und Nahrungsquellen schließen lässt. Die Accipitriformes (Greifvögel) und Falconiformes (Falkenartige) treten nur sporadisch auf. Die Accipitriformes wurden außerdem nur mit einer einzigen Beobachtung eines Sperbers (*Accipiter nisus*) innerhalb des Zeitraumes nachgewiesen. Die Columbiformes (Taubenvögel) sind in den Arealen Mitte und WB relativ häufig, was durch ihre Anpassungsfähigkeit an stark hemerobe Lebensräume und deren Nahrungsquellen bedingt sein könnte.

Die Analyse der Familienverteilung in den Arealen lässt diese Unterschiede in der Verteilung der Ordnungen noch genauer aufschlüsseln. In allen Arealen dominieren Familien wie die Fringillidae (Finken), Paridae (Meisen) und Turdidae (Drosseln), was auf eine hohe Anpassungsfähigkeit dieser Familien an verschiedene Umgebungen hinweist. Besonders auffällig ist die hohe Anzahl an Fringillidae und Paridae im SB, was auf reiche Nahrungsquellen und geeignete Brutbedingungen in Form von vielfältigen natürlichen Strukturen wie Bäume, Büsche, und Hecken hinweisen könnte. In NB und Mitte sind die Muscicapidae (Schnäpper) und Corvidae (Krähenvögel) stärker vertreten, was möglicherweise auf unterschiedliche ökologische Nischen und Verfügbarkeit von Nistplätzen zurückzuführen ist. Insbesondere der Hausrotschwanz (*Phoenichurus ochruros*) war im Nordbereich sehr häufig anzutreffen. Die Sturnidae (Stare) in Form des gemeinen Stars (*Sturnus vulgaris*) sind in allen Arealen präsent aber besonders häufig in WB. Diese könnten als synanthrope Art, die durch ihre Anpassungsfähigkeit sehr robust gegen Störverhalten ist (Fearé

und Craig 1999), in dem Areal neben der vielbefahrenen Bundesstraße einen Vorteil gegenüber anderen haben.

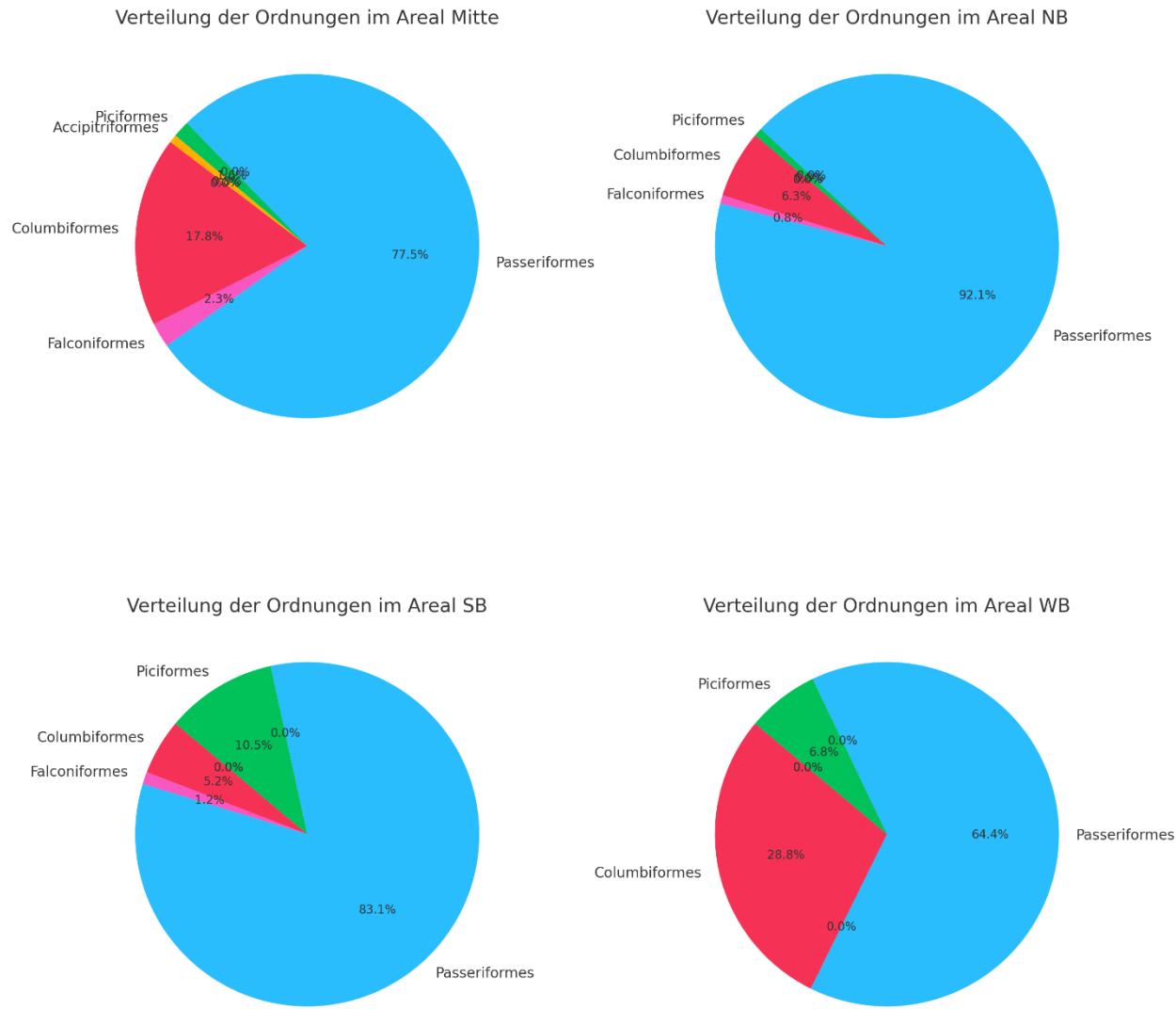


Abbildung 10 Verteilung der gefundenen Vogelordnungen am Friedhof Wr. Neustadt nach Arealen.

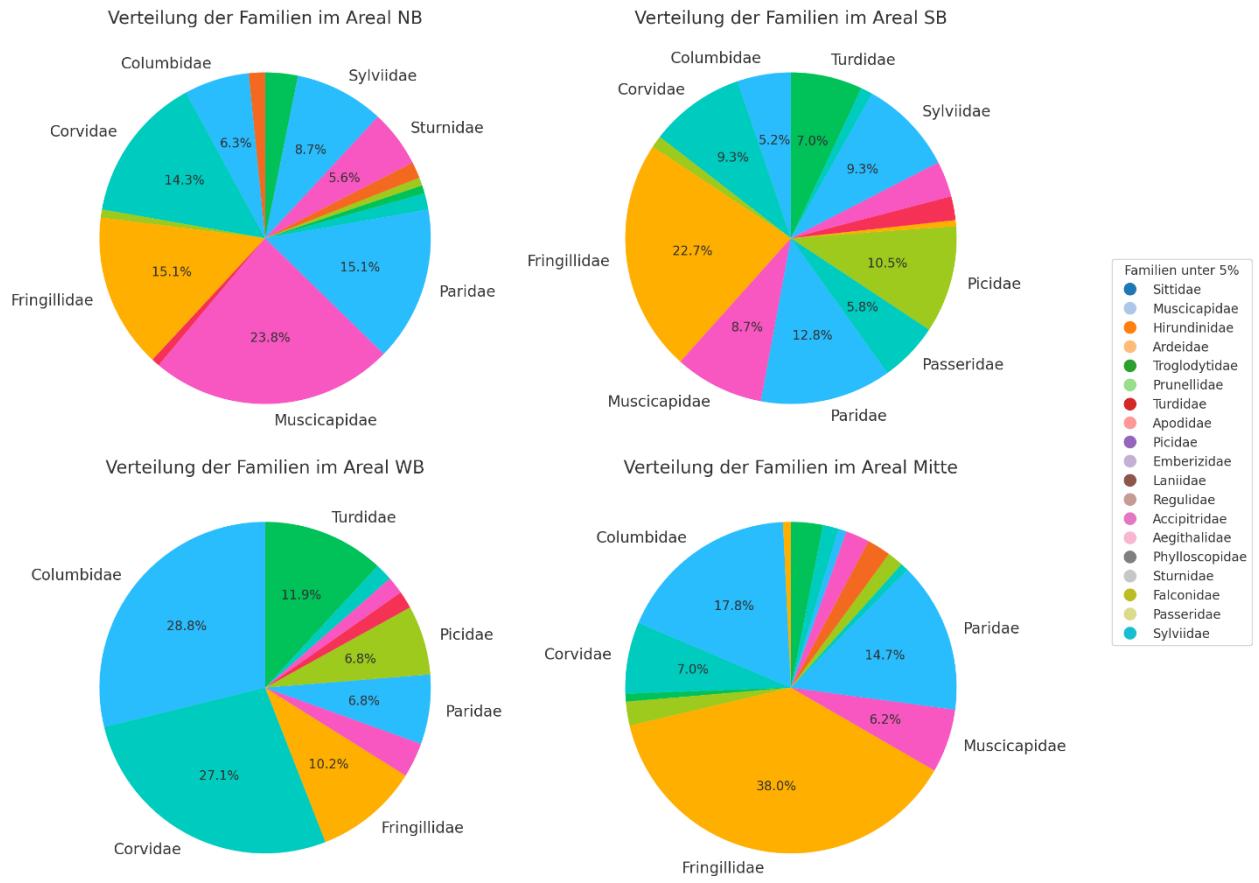


Abbildung 11 Verteilung der Vogelfamilien nach Arealen. Zur besseren Übersicht wurde die Beschriftung der Familien die <5% ausmachten aus den Diagrammen entfernt und stattdessen in der Legende aufgelistet.

Tabelle 7 zeigt die 5 am häufigsten gefundenen Vögel über die gesamte Beobachtungsperiode mit der Zahl der Beobachtungen in Relation zu allen Begehung. Beispielsweise wurde der Buchfink (*Fringilla coelebs*) bei 26 Begehung gesichtet, was 65% aller Erhebungstage am Friedhof entspricht. Grünfink (*Chloris chloris*), Buchfink, und Ringeltaube (*Streptopelia decaocto*) profitieren vom im Vergleich zum umliegenden Stadtgebiet hohen Baumbestand, und Kohlmeise (*Parus major*) und Hausrotschwanz (*Phoenichurus ochruros*) finden in den Hecken und Büschen Schutz und Lebensraum.

Tabelle 6 Die fünf am häufigsten gesichteten Vögel am Friedhof Wr. Neustadt.

| Deutscher Name | Anzahl der Beobachtungen | Sichtung bei allen Begehung |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|
| Grünfink | 34 | 82,5 % |
| Buchfink | 26 | 65,0 % |
| Kohlmeise | 26 | 65,0 % |
| Hausrotschwanz | 24 | 60,0 % |
| Ringeltaube | 24 | 60,0 % |

Trennt man diese Gesamtdaten auf verschiedene Zeiträume im Jahr auf, lassen sich Trends über das Vorkommen oder Fehlen von gewissen Arten oder ihrer Abundanz über das Jahr feststellen und aufzeigen. Dafür wurden die Vogelarten in vier Gruppen nach Quartalen (Jan-Mar, Apr-Jun, Jul-Sep, Oct-Dec) gruppiert, um eine bessere Übersicht über Veränderung der Beobachteten Sichtungen oder der Artenzahl zu erhalten. In *Abbildung 12* werden alle Sichtungen nach Anzahl der Beobachtungen über den Verlauf der Dreimonatssaisonen dargestellt. Aufgrund der Vielzahl der Taxa kann man anhand der Abbildung wenig Aussagen über einzelne Vogelarten machen, jedoch lässt sich ein deutlicher Trend erkennen, welcher bei den meisten Taxa eine hohe Zahl der Beobachtungen in den ersten sechs Monaten nach sich zieht, bevor diese im dritten und vierten Quartal konsequent abnehmen. Weiters lässt sich erahnen dass sich viele der Arten in zwei Gruppen teilen lassen. Solche mit ihrem Sichtungsspitzen im Jan-Mar und jene mit der Spitze von Apr-Jun. In *Abbildung 13* und *14* wurden jene Arten die über das ganze Jahr auf dem Friedhofsareal vorkamen und diese Beobachtungsmuster hatten gruppiert um den individuellen Verlauf dieser Arten über das Jahr besser zu visualisieren. Diese deutlichen Unterschiede in der Hauptverteilung können auf ihrer Lebensweise und die unterschiedliche Nutzung des Friedhofsareals hinweisen. So ist es wahrscheinlich, dass Arten die einen Schwerpunkt in den Wintermonaten Jänner bis März (*Abbildung 13*) haben, den Friedhof eher als Winterquartier oder die natürlichen Hecken als Nahrungsquellen benutzen. Besonders Arten mit starkem Abfall der Sichtungen im April-Juni wie Ringeltaube, Hausrotschwanz, und Dohle (*Corvus monedula*) sind hier zu nennen. Buchfink und Kohlmeise haben zwar auch eine etwas höhere Beobachtungshäufigkeit in den Wintermonaten, diese bleiben jedoch fast konstant hoch im darauffolgenden Quartal. Währenddessen kann die Häufung der Vorkommen von April bis Juni (*Abbildung 14*) von Arten mit einem signifikanten Anstieg wie Buchfink, Blaumeise, oder Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) auf eine Nutzung als Brutgebiet oder Rastplatz während der Frühjahrsmigration hindeuten.

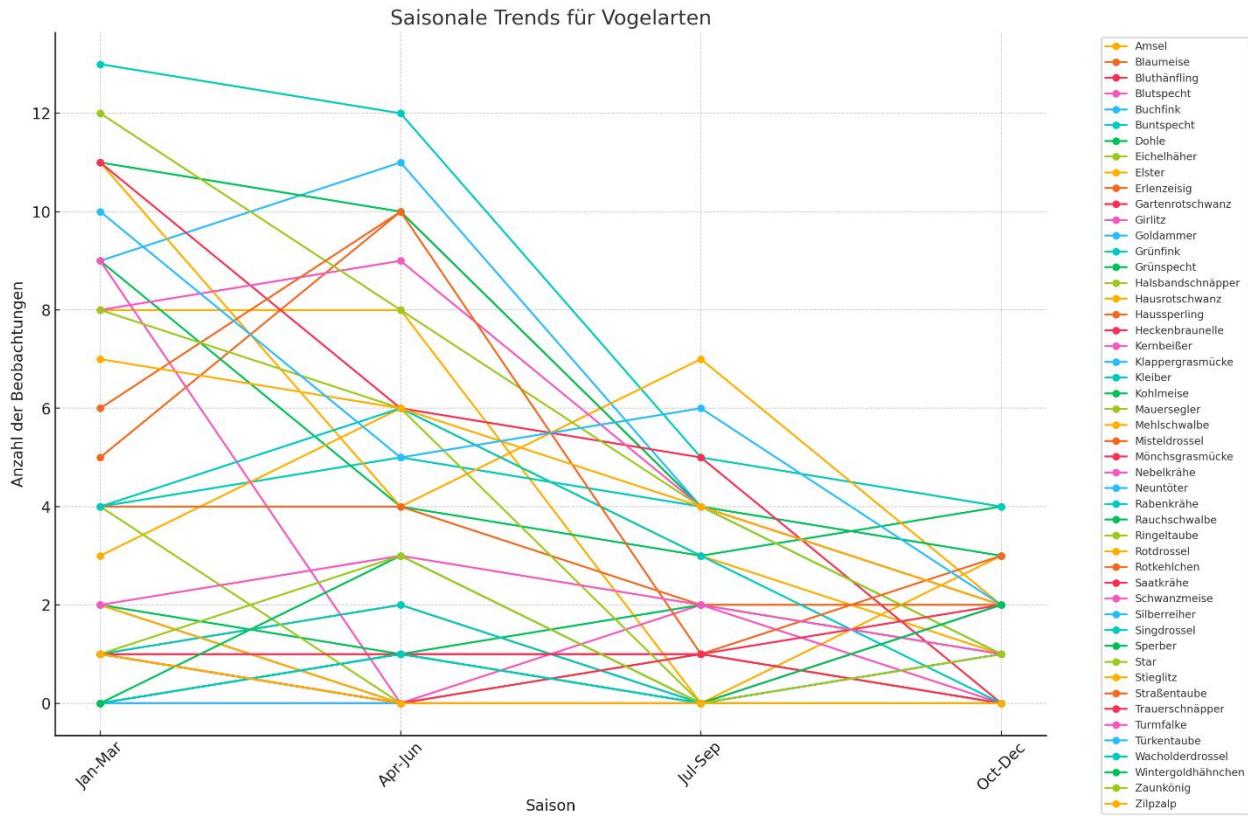


Abbildung 12 Übersicht über die Beobachtungen aller Vögel nach Saisonen und Anzahl der Beobachtungen am Friedhof Wr. Neustadt. Aufgrund der hohen Artenzahl überschneiden sich Linien zum Teil vollständig.

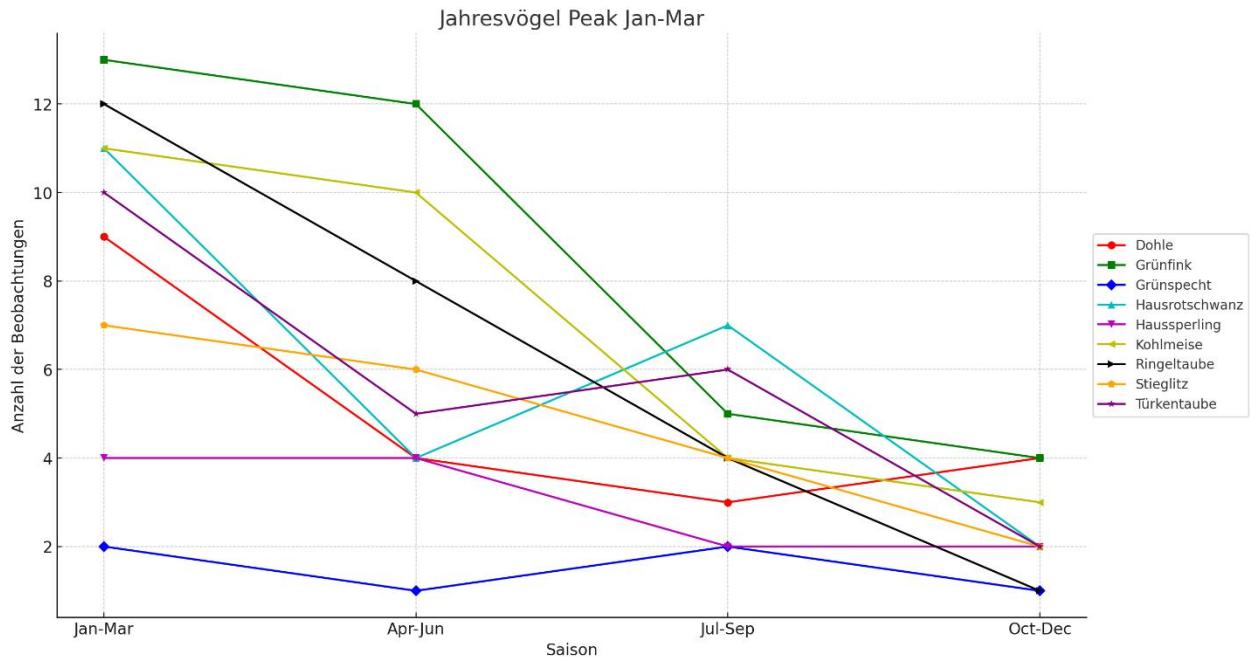


Abbildung 13 Beobachtungen von Jahresvögeln mit einem Schwerpunkt der Vorkommen in den Monaten Jänner bis März.

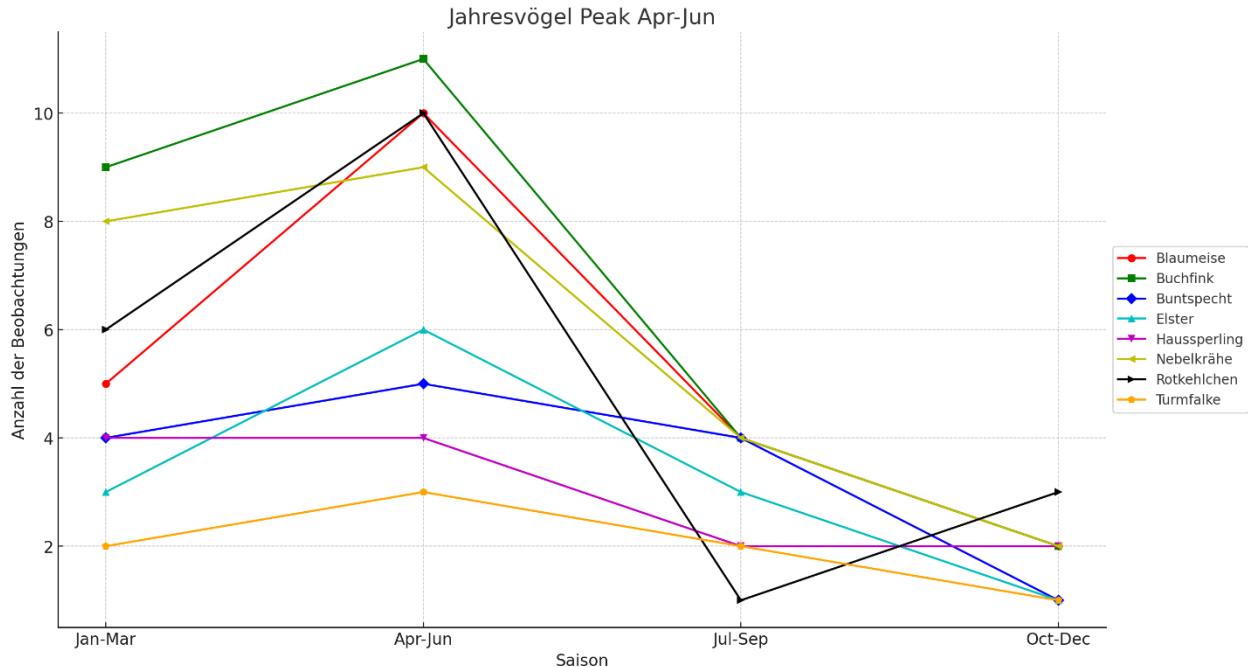


Abbildung 14 Beobachtungen von Jahresvögeln mit einem Schwerpunkt der Vorkommen in den Monaten April bis Juni.

In Bezug auf die gesamte maximale Individuenzahl der verschiedenen Sichtungen wird in Abbildung 15 erkennbar, dass die Anzahl der gesichteten Individuen pro Sichtung im Laufe des Untersuchungszeitraumes stark variiert. Im März 2023 gibt es eine relativ gleichmäßige Verteilung der Individuenzahlen mit einigen Ausreißern, die über 10 Individuen pro Sichtung liegen. Im April und Mai 2023 sind die Verteilungen ähnlich, jedoch etwas niedriger im Median und mit weniger Ausreißern. Ab Juni 2023 bleibt die Anzahl der Individuen pro Sichtung relativ konstant, mit einem leichten Anstieg der Ausreißer im September und Dezember 2023. Im Dezember 2023 kann man eine breitere Verteilung der Daten erkennen, was darauf hindeutet, dass in diesem Monat eine größere Variation in der Anzahl der Individuen pro Sichtung aufgetreten ist. Die Monate Januar und Februar 2024 zeigen niedrigere Mediane und weniger Variation. Im März und April 2024 steigt die Anzahl der gesichteten Individuen pro Sichtung wieder leicht an, was möglicherweise auf die Rückkehr von Zugvögeln oder eine erhöhte Aktivität im Frühjahr hinweist.

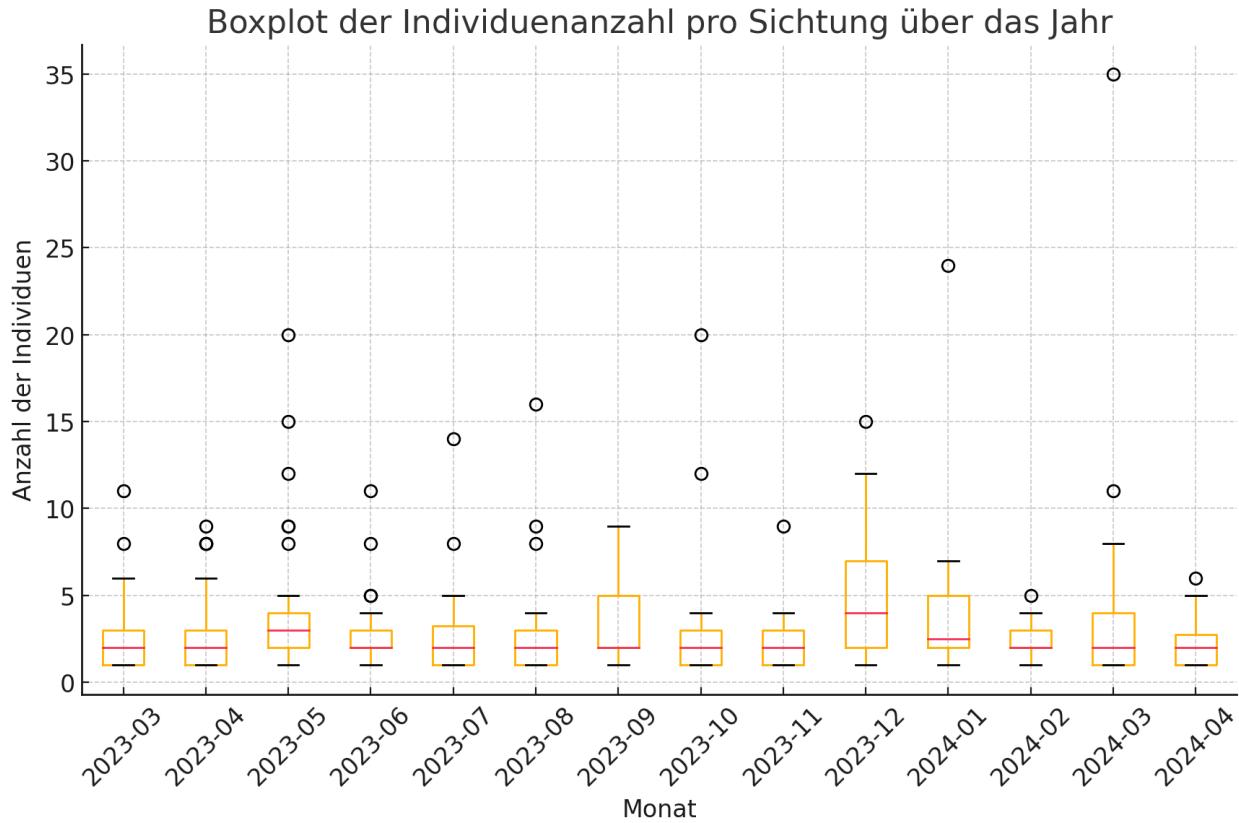


Abbildung 15 Darstellung der durchschnittlichen Individuenanzahl pro Sichtung über die gesamte vogelkundliche Erhebungsperiode (März 2023 bis April 2024) am Friedhof Wr. Neustadt.

Ebenso wurden die erhobenen Artenzahlen mit den bei Begehungungen gesammelten Temperatur und Winddaten in Relation gebracht um etwaige Korrelationen zwischen ihnen zu finden. Das Streudiagramm (*Abbildung 16*) zeigt die Beziehung zwischen der Windstärke (links) beziehungsweise der Temperatur (rechts) und der Anzahl der beobachteten Individuen.

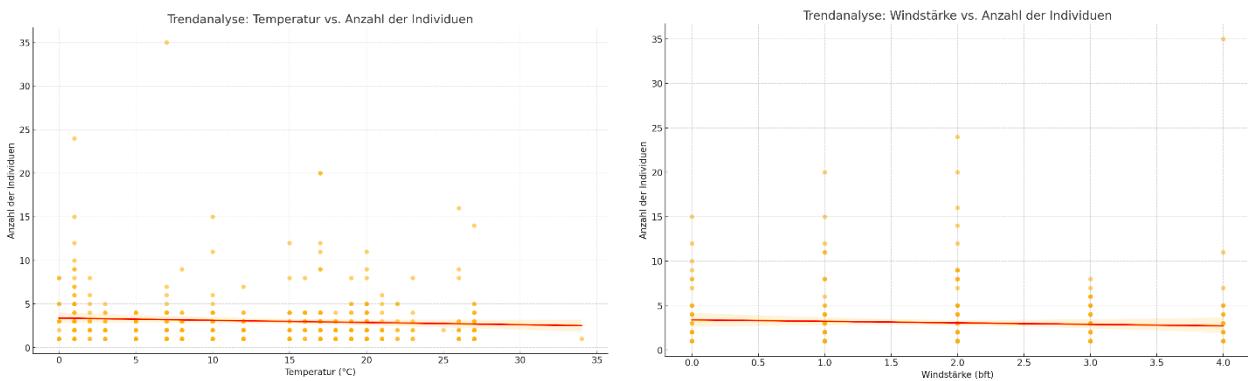


Abbildung 16 Auswertung der Analyse des Zusammenhangs zwischen Temperatur und Individuenanzahl (links) und Windstärke und Individuenanzahl (rechts).

Eine lineare Regression wurde durchgeführt und die rote Linie repräsentiert den linearen Trend. Zwar gibt es ein vermehrtes Auftreten von Arten bei moderaten und kühlen Temperaturen, dies kann jedoch auch saisonal durch den Winter oder temporal durch morgendliche Begehungungen beeinflusst worden sein. Die Auswertung zeigt, dass es bei keinem der beiden Faktoren eine starke Korrelation zur Anzahl der Individuen gibt, was darauf hinweist, dass sie nicht die dominierenden Faktoren für die Anzahl der Vogelbeobachtungen sind.

Anhand der vorliegenden Daten der avifaunistischen Erhebung wurde die Beta-Diversität nach Simpson berechnet (*Tabelle 7*). Die Analyse zeigt, dass die größte Diversität zwischen den Gebieten NB und Mitte mit einem Wert von 0.296 besteht, was darauf hinweist, dass diese beiden Gebiete die größten Unterschiede in der Artenzusammensetzung aufweisen. Im Gegensatz dazu weisen die Gebiete SB und WB mit einem Wert von 0.053 die geringste Beta-Diversität auf, was bedeutet, dass die Artenzusammensetzungen in diesen beiden Gebieten sehr ähnlich sind.

Im Zuge dieser Kalkulation wurden die Areale auf Arten untersucht, welche nur in einem einzigen Gebiet vorkamen, um Rückschlüsse auf individuelle Nischen in den Bereichen zu ermöglichen (*Tabelle 8*). Dabei zeigte sich die höchste Zahl individueller Art auf dem Areal NB mit Sieben Arten: Gartenrotschwanz (*Phoenicurus phoenicurus*), Schwanzmeise (*Aegithalos caudatus*), Halsbandschnäpper (*Ficedula albicollis*), Singdrossel (*Turdus philomelos*), Neuntöter (*Lanius collurioi*), Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*), und Saatkrähe (*Corvus frugilegus*). Der SB folgt mit 5 Arten und einer Subspezies: Heckenbraunelle (*Prunella modularis*), Kernbeißer (*Coccothraustes coccothraustes*), Wacholderdrossel (*Turdus pilaris*), Misteldrossel (*Turdus viscivorus*), Klappergrasmücke (*Curruca curruca*), Straßentaube (*Columba livia f. domestica*). Im Areal Mitte wurden immerhin noch drei einzigartige Arten, Sperber (*Accipiter nisus*), Rotdrossel (*Turdus iliacus*), Goldammer (*Emberiza citrinella*) gesichtet, wohingegen keine Art exklusiv im WB vorkam. Da jedoch mit Ausnahme der Klappergrasmücke keine dieser Arten öfter als einmal am gesamten Friedhof gesichtet wurde, sollte man die Aussagekraft der Daten auf die Lebensräume eher vorsichtig deuten, und die wahrscheinlichere Erklärung der zufälligen Begegnung während der Migration vorziehen. Nichtsdestotrotz kann der Friedhof somit als Rastplatz in dieser Zeit zur Verfügung stehen und dementsprechend eine wichtige Funktion als Trittsteinbiotop in einem Korridor erfüllen (Beninde et al. 2015).

Tabelle 7 Beta-Diversitätswerte der Vögel zwischen den Erhebungsarealen am Friedhof Wr. Neustadt.

| Gebiete | Beta-Diversität |
|--------------|-----------------|
| SB und NB | 0,267 |
| SB und WB | 0,053 |
| SB und Mitte | 0,185 |
| NB und WB | 0,211 |
| NB und Mitte | 0,296 |
| WB und Mitte | 0,158 |

Tabelle 8 Einzigartige Vogelarten pro Erhebungsareal am Friedhof Wr. Neustadt.

| Mitte | NB | SB |
|--|---|---|
| Sperber (<i>Accipiter nisus</i>) | Gartenrotschwanz (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>) | Heckenbraunelle (<i>Prunella modularis</i>) |
| Rotdrossel (<i>Turdus iliacus</i>) | Schwanzmeise (<i>Aegithalos caudatus</i>) | Kernbeißer (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>) |
| Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>) | Halsbandschnäpper (<i>Ficedula albicollis</i>) | Wacholderdrossel (<i>Turdus pilaris</i>) |
| | Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>) | Misteldrossel (<i>Turdus viscivorus</i>) |
| | Neuntöter (<i>Lanius collurio</i>) | Straßentaube (<i>Columba livia f. domestica</i>) |
| | Zilpzalp (<i>Phylloscopus collybita</i>) | Klappergrasmücke (<i>Curruca curruca</i>) |
| | Saatkrähe (<i>Corvus frugilegus</i>) | |

Abschließend soll hier noch kurz auf die Möglichkeit von Brutvorkommen auf dem Friedhofsgebiet eingegangen werden. Bei der Forschung konnte kein vollkommen sicheres Brutvorkommen in Form von brütenden Altvögeln, Nestern, oder Elternvögel die Futter zu einem Nest bringen nachgewiesen werden. Durch das intensive Balzverhalten und das zeitgleiche Vorkommen von Paaren kann jedoch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf ein solches geschlossen werden. Arten auf, die diese Faktoren zutreffen waren Amsel (*Turdus merula*), Buntspecht (*Dendrocopos major*), Grünspecht (*Picus vidiris*), Grünfink (*Chloris chloris*), Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*), Buchfink (*Fringilla coelebs*), Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Girlitz (*Serinus serinus*), Star (*Sturnus vulgaris*), Blaumeise (*Cyanistes caeruleus*), Kohlmeise (*Parus major*).

Außerdem wurden Vögel in Gruppen zusammen mit Jungvögeln gesichtet, welche zumindest nach dem Ausflug aus dem Nest den Friedhof zur vorübergehenden Aufzucht oder als Raststelle zu nutzen schienen. Diese Arten waren Halsbandschnäpper, Grünspecht, Grünfink, Star. Ein Grünfink Trupp wurde dabei beobachtet, wie die schon ausgeflogenen Jungtiere von den Elterntieren gefüttert wurden.

Obwohl somit kein zweifelsfreier Brutnachweis erbracht werden konnte, deuten die Arten, welche sowohl balzend als auch danach im Familienverband beobachtet wurden stark auf ein potenzielles Brutvorkommen hin.

4.2 Alpha-Diversität der Biozönosen

Anhand der gesammelten Daten wurde die Alpha-Diversität der drei Untersuchungsareal Nordwiese, Südwiese und Westwiese auf ihre Alpha-Diversität analysiert (siehe Tabelle 9). Dabei zeigt sich ein fast ausgeglichener Shannon-Biodiversitätsindex für die Gebiete Nordwiese und Südwiese, während dieser bei der Westwiese geringer ausfällt. Interessant ist hier der Unterschied in der Gesamtzahl der gefundenen Arten der auf der Westwiese um rund 38% geringer war als auf der Südwiese. Die Nordwiese weist bei den Insekten im Vergleich zur Südwiese eine ähnliche Anzahl auf (51 zu 54), zeigt jedoch eine geringere Vielfalt bei den Pflanzenzahlen (41 zu 51). Zum Vergleich zeigt Abbildung 18 die gleichen Daten in prozentueller Darstellung, was zu einer ausgeglicheneren Verteilung der Artenanteile führt.

Tabelle 9 Alpha-Diversität der Biozönosen (Shannon; Gesamt; nach Klassen) am Friedhof Wr. Neustadt.

| Alpha-Diversität Biozönosen | Nordwiese | Südwiese | Westwiese |
|-----------------------------|-----------|----------|-----------|
| Shannon-Index | 6,49 | 6,54 | 5,90 |
| Artenvielfalt (Gesamt) | 94 | 106 | 66 |
| Magnoliopsida | 40 | 49 | 23 |
| Insekta | 51 | 54 | 36 |
| Coniferopsida | 1 | 2 | 3 |
| Arachnida | 1 | 0 | 2 |
| Mammalia | 1 | 1 | 1 |
| Gastropoda | 0 | 0 | 1 |

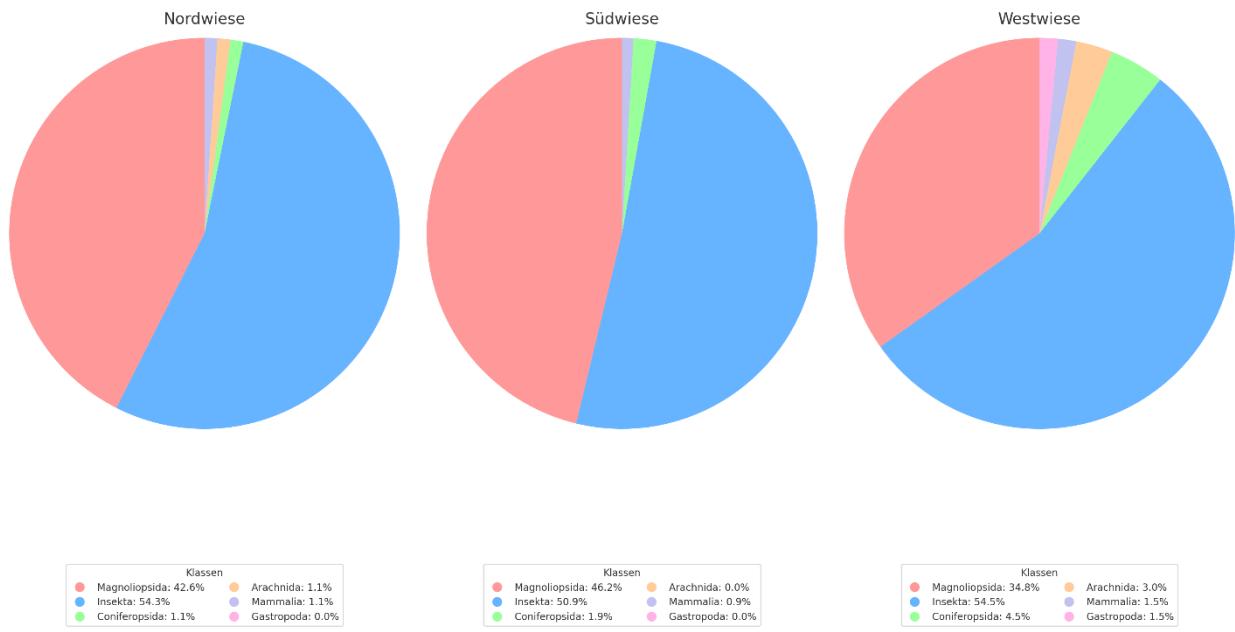


Abbildung 17 Diversität der Biozönosen nach Klasse am Friedhof Wr. Neustadt.

Um eine den Zusammenhang zwischen pflanzlicher und tierischer Diversität zu beweisen oder zu widerlegen, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt (*Abbildung 19*). Diese zeigt eine starke Korrelation (Korrelationskoeffizient (r) = 0.98) zwischen diesen Werten.

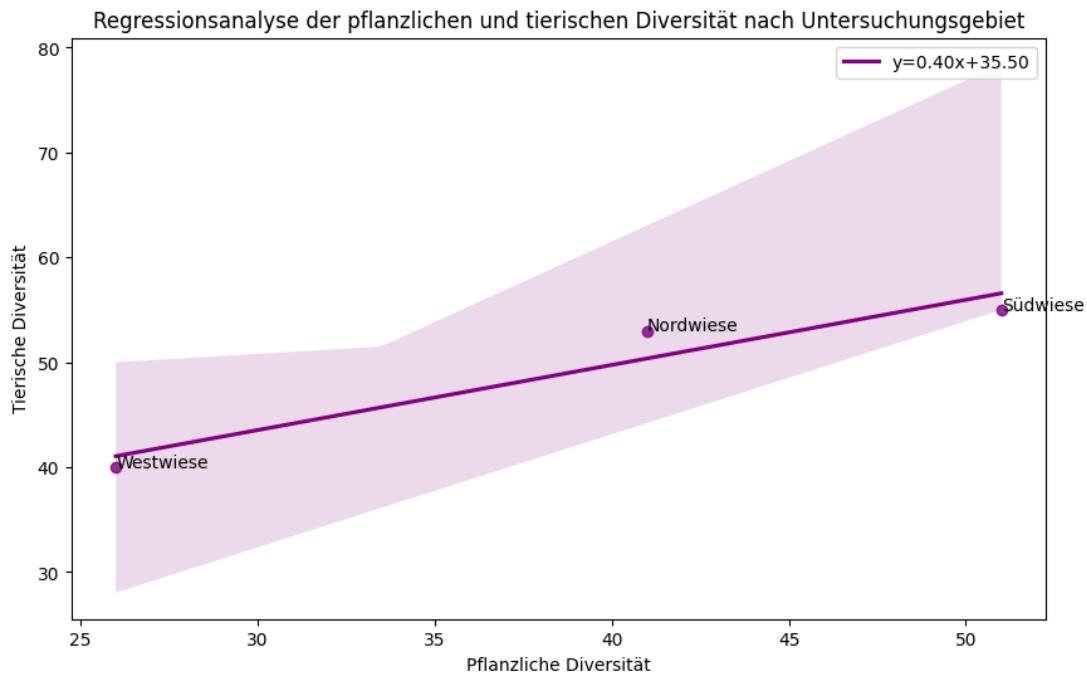


Abbildung 18 Regressionsanalyse der tierischen und pflanzlichen Diversität der Biozönosen am Friedhof Wr. Neustadt.

Abbildung 19 zeigt die Aufschlüsselung der gesamten gefundenen Ordnungen in allen Zönosen. Dabei dominieren innerhalb der Magnoliopsida (Einfurchenpollen-Zweikeimblättrigen) die Ordnungen der Asterales, Lamiales, und Rosales. Besonders Asterales und Lamiales, die meist zu den artenreichesten Blühpflanzen zählen, haben einen hohen potenziellen Einfluss auf die Diversität der Insekta. Rosales, typischerweise verholze Pflanzen in Strauch oder Baumform mit Früchten, können sowohl als Lebensraum als auch als Futterpflanzen positive Effekte auf Insektenvielfalt haben.

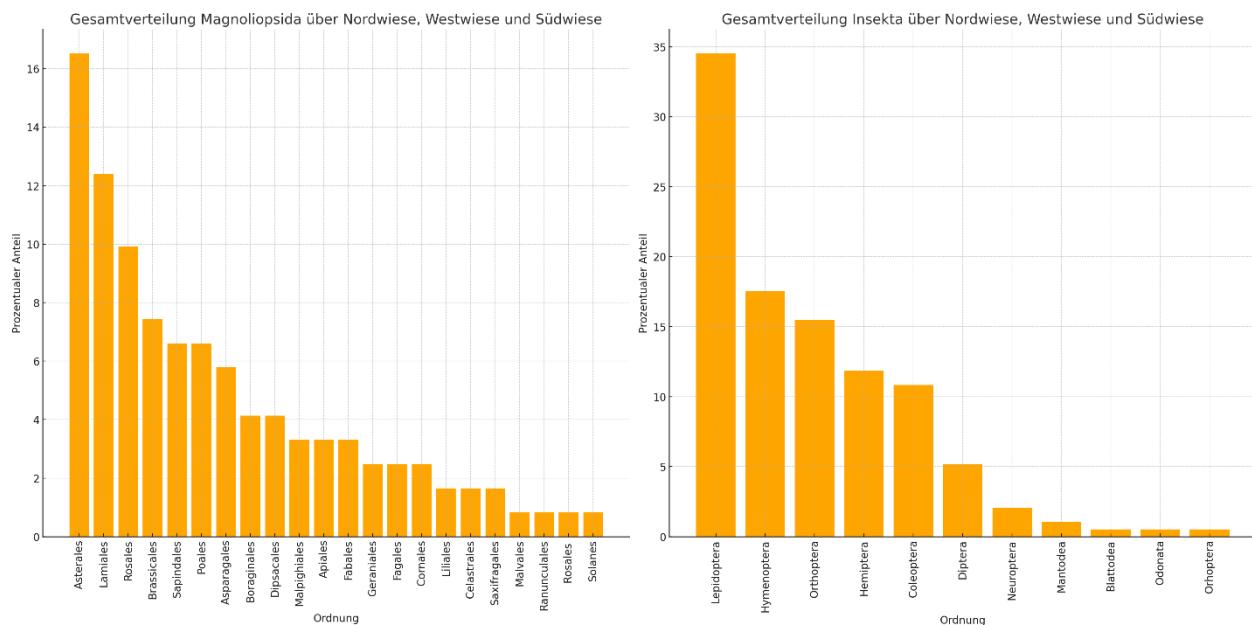


Abbildung 19 Verteilung der Ordnungen über alle Biozönosen (Nordwiese, Westwiese, Südwiese) am Friedhof Wr. Neustadt.

Abbildung 20 bietet eine detaillierte Aufschlüsselung der dominierenden Klassen Magnoliopsida und Insekta in den einzelnen Biozönosen. Dies ermöglicht Rückschlüsse auf die Lebensräume und die Funktion ihrer Artzusammensetzungen.

Bei näherer Betrachtung der häufigsten Klassen auf der Südwiese zeigt sich, dass unter den Insekten die Ordnungen Lepidoptera (Schmetterlinge), Hymenoptera (Hautflügler) und Orthoptera (Heuschrecken) besonders häufig sind. Unter den Magnoliopsida dominieren die Ordnungen Asterales, Rosales und Lamiales. Schmetterlinge und Hautflügler zusammen machen 60% der identifizierten Taxa aus, was auf eine hohe Vielfalt an Blühpflanzen hindeutet, die hauptsächlich von herbivoren Insekten genutzt werden.

In der Westwiese sind innerhalb der Blühpflanzen vor allem die Ordnungen Asterales (Asterartige), Rosales (Rosengewächse), und Lamiales (Lippenblütlerartige) stark vertreten. Hier ist es noch einmal wichtig auf die insgesamt geringere Artenzahl der Westwiese zu erinnern, welche eine solche prozentuelle Aufschlüsselung verzerrn kann indem schon geringe Zahlen von Arten zu einem hohen prozentuellen Anteil führen können, wenn andere Ordnungen nur durch einzelne Individuen vertreten sind. Vergleicht man die Zahlen der Ordnungen mit denen der Nordwiese, wird die geringere Diversität des Areals gut erkennbar. Die Dominanz der Lepidoptera, welche stark von offenen Grasflächen profitieren und die vergleichsweise geringe Anzahl an Orthoptera bei denen die meisten Arten eine sehr spezifische Nische in der räumlichen Verteilung besiedeln deutet ebenfalls auf eine Biozönose mit geringerer Lebensraumvielfalt hin.

Letztlich zeigen die Daten der Nordwiese, dass die Ordnungen Rosales, Fagales (Buchenartige) und Asterales innerhalb der Magnoliopsida besonders häufig vertreten sind. Da einige dieser Pflanzen wichtige Blüh- und Futterpflanzen für Insekten beinhalten, können sie als maßgeblicher Faktor für die Insektenvielfalt gesehen werden. Unter diesen dominieren Lepidoptera, Orthoptera, und Hemiptera (Schnabelkerfen). Die Häufigkeit von Lepidoptera, die empfindlich auf Umweltveränderungen reagieren, deutet auf eine gesunde und stabile Umgebung hin. Die vielfältige Pflanzengemeinschaft, einschließlich den zwei häufigsten Gruppen der Asterales und Rosales, unterstützt das Vorkommen von vielfältigen Insektenarten.



Abbildung 20 Verteilung der Ordnungen der Magnoliopsida und Insekta in den verschiedenen Arealen am Friedhof Wr. Neustadt. Die Y-Achse zeigt den prozentualen Anteil der Ordnungen an den Gesamtfunden des Areals.

4.3 Beta-Diversität der Biozönosen

Die Beta-Diversität als Maß der Unterschiedlichkeit von Lebensräumen hinsichtlich ihrer Artzusammensetzungen wird vorrangig anhand des „ β sim“ (Lennon et al. 2001) dargestellt. Dieser wird sowohl anhand der gesamten Arten als auch speziell für faunistische Elemente berechnet. Diese Schwerpunktsetzung ergibt sich daraus, dass der Großteil der Forschung auf die Insektenvielfalt abgezielt hat und die Erhebung der Pflanzen eher auf die Erklärung des Vorkommens von Tieren und den dadurch entstehenden Biozönosen abzielte. Obwohl die Insektendaten ausschließlich aus den reinen Insektenforschungstagen im Sommer 2023 stammen, wurden Daten der Pflanzen auch von Begehungen im Frühjahr 2024 übernommen. Dies geschah, weil es höchstwahrscheinlich ist, dass die Pflanzen auch schon im Frühjahr 2023 am selben Areal waren, aber durch fehlende Vegetationsaufnahme nicht erfasst wurden.

Tabelle 10 Beta-Diversitätsindizes der Biozönosen am Friedhof Wr. Neustadt (Gesamt und exklusive Pflanzen).

| | β sim (Gesamt) | β sim (ohne Pflanzen) |
|---------------------|----------------------|-----------------------------|
| Nordwiese-Südwiese | 0,706 | 0,628 |
| Nordwiese-Westwiese | 0,706 | 0,758 |
| Südwiese-Westwiese | 0,569 | 0,636 |

Die berechneten β sim-Diversitätsindizes (*Tabelle 10*) zeigen die Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den Flächen, sowohl für alle Taxa als auch ohne die pflanzlichen Klassen Coniferopsida und Magnoliopsida. Zur Erinnerung, der Wert 0 würde bedeuten, dass sich die beiden Areale vollkommen ähneln, und 1, dass sie vollkommen unterschiedliche Artzusammensetzungen ohne Überschneidungen haben.

Für alle Arten beträgt die Beta-Diversität zwischen Nordwiese und Südwiese 0,706, was auf ein hohes Maß an Unterschiedlichkeit hinweist; da nur rund 29% der Arten in beiden Gebieten vorkommen. Der Vergleich zwischen Nordwiese und Westwiese zeigt eine ähnliche Unterschiedlichkeit mit einer Beta-Diversität von 0,706, was auf erhebliche Unterschiede in der Artenpräsenz zwischen diesen beiden Gebieten hinweist. Der Vergleich zwischen Südwiese und Westwiese, mit einer Beta-Diversität von 0,569, zeigt, dass diese beiden Gebiete zwar immer noch erheblich unterschiedlich sind, jedoch im Vergleich zu ihren jeweiligen Ähnlichkeiten mit Nordwiese ähnlicher zueinander sind.

Betrachtet man nur die tierischen Organismen verschieben sich die Beta-Diversitätswerte leicht, was die Veränderungen in der Artenzusammensetzung ausschließlich unter den Tierarten widerspiegelt. Die Beta-Diversität zwischen Nordwiese und Südwiese sinkt auf 0,628, was auf eine etwas geringere, aber dennoch erhebliche Unterschiedlichkeit hinweist. Der Wert für Nordwiese und Westwiese steigt auf 0,758, was eine ausgeprägte Differenz in den Tierarten zwischen diesen Gebieten zeigt. Die Beta-Diversität zwischen Südwiese und Westwiese steigt leicht auf 0,636, was darauf hindeutet, dass der Ausschluss von Magnoliopsida und Coniferopsida nur geringen Einfluss auf den Index hat und somit auch eine hohe tierische Unterschiedlichkeit besteht.

Insgesamt deuten diese Indizes darauf hin, dass jedes Gebiet eine einzigartige Gemeinschaft von Arten beherbergt, wobei Nordwiese und Westwiese sowohl in der gesamten Artenzusammensetzung als auch speziell unter den Tierarten am unterschiedlichsten sind. Der Fakt, dass die Exklusion der Magnoliopsida und Coniferopsida bei keiner der drei Datensätze einen großen Unterschied macht, könnte darauf hindeuten, dass diese Klassen nur einen geringen Anteil an der Unterschiedlichkeit der Lebensräume ausmachen und somit maßgeblich durch Tiere geprägt sind. Ein Grund dafür könnte einerseits eine unvollständige Datenerhebung der Pflanzen sein, bei der häufigere Generalisten eher bestimmt wurden als Arten, die aufgrund von engeren Umweltansprüchen tendenziell seltener zu finden sind. Diese Taxa hätten dann auch mehr zu einer Veränderung im Beta-Diversitätsindex beigetragen.

Geht man noch weiter ins Detail, kann man die verschiedenen Taxa (Gesamt) anhand ihrer

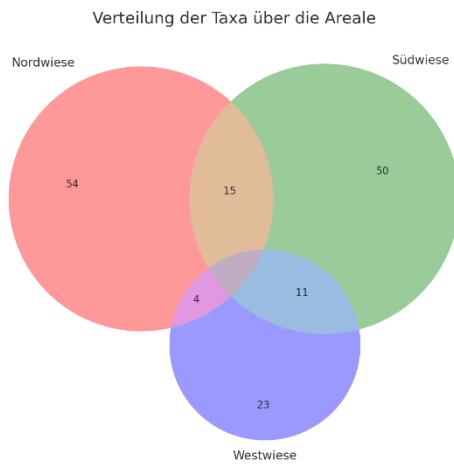


Abbildung 21 Verteilung aller Taxa über die Biözönosen inklusive Überschneidungen von Arten zwischen den Arealen.

Überschneidung der Gebiete näher beleuchten. Abbildung 21 zeigt die Verteilung der Arten in den drei untersuchten Arealen Nordwiese, Südwiese und Westwiese inklusive der Artenzahlen. Dabei wird deutlich, dass sich die Gebiete sowohl in dem Gradienten der Überlappung als auch in der Artenzahl stark unterscheiden. Besonders die mit geringerem Artenreichtum identifizierte Westwiese weist kaum gemeinsame Arten mit der Nordwiese auf, hat aber 11 gemeinsame Arten mit der Südwiese. Nordwiese und Südwiese ähneln sich in der Artenzahl mit 54 und 50 Arten. Wie zu erwarten, sind tendenziell eher euryöke und mobile Taxa wie der Hauhechelbläuling (*Polyommatus icarus*), der Kleine Kohlweißling (*Pieris rapae*), oder die Grüne Reiswanze (*Nezara viridula*) in

an allen Biozönosen zu finden. Im Gegensatz dazu sind stenöke oder weniger mobile Arten wie das Waldreben-Fensterfleckchen (*Thyris fenestrella*) oder die Wespenspinne (*Argiope bruennichi*) eher auf ein oder zwei Gebiete beschränkt.

4.4 Gamma-Diversität des Friedhofs

Wie bereits in vorherigen Abschnitten erwähnt, wird die Gamma-Diversität durch die Gesamtheit der vorhandenen Datensätze berechnet. Kurz gesagt, repräsentiert sie die komplette Artenliste der am Friedhof im Zuge dieses Forschungsprojektes gefundenen Arten. Diese Liste inkludiert in diesem Fall auch Taxa, die an jeglichen Begehungen des Friedhofs erfasst wurden. Gleichfalls werden Datensätze, die aufgrund von fehlendem Untersuchungsdesign nicht in die jeweilige Alpha- oder Beta-Diversitätsanalyse aufgenommen wurden. Bei Vögeln (Aves) stellt die größte Gruppe jene dar, die aufgrund ihres Aufenthaltes in der Luft mit „Überflug“ im Areal/Ort gekennzeichnet wurden und somit keinem spezifischen Areal zugeordnet werden konnten. Der überwiegende Teil der gefundenen Taxa konnte auf Artniveau bestimmt werden. Wenn dies nicht möglich war, wurde das Artepitheton „sp.“ verwendet, jedoch wurden die Taxa dennoch in die Liste aufgenommen. Konnte weder Gattung noch Art bestimmt werden, wurde der Fund nicht in die Liste aufgenommen. Aus diesem Grund ist der Gesamtdatensatz umfassender, da beispielsweise Asseln oder Sackträgerlarven gefunden wurden, die jedoch nicht genauer bestimmt werden konnten.

Die Analyse der Gamma-Diversität auf dem Friedhof Wiener Neustadt zeigt nach Anwendung der vorher genannten Kriterien eine bemerkenswerte Vielfalt auf verschiedenen systematischen Ebenen. Insgesamt wurden 250 Taxa identifiziert, die sich auf mehrere Klassen verteilen. Die Klasse der Insekta weist die höchste unterschiedliche Zahl mit 101 Taxa auf, gefolgt von den Magnoliopsida mit 85 und Aves mit 49 nachgewiesenen Taxa. Der Rest der Klassen (Arachnida, Coniferopsida, Gastropoda) bilden mit 15 Taxa nur einen geringen Anteil von etwa 6%. Die Insekta teilen sich in Ordnungen mit 43 Familien auf. Innerhalb der Magnoliopsida wurden 7 Ordnungen und 35 Familien festgestellt, was die vielfältige Zusammensetzung dieser Klassen unterstreicht. Die Klasse der Vögel umfasst immerhin 7 Ordnungen und 23 Familien. Die verbleibenden, vergleichsweise kleineren Klassen teilten sich in 9 Ordnungen und 29 Familien auf. Zur besseren Übersicht wurden die tierischen Taxa (*Tabelle 11*) und pflanzlichen Taxa (*Tabelle 12*) getrennt aufgeführt und jeweils nach Klasse und dann alphabetisch geordnet.

Tabelle 11 Faunistische Gamma-Diversität am Friedhof Wr. Neustadt.

| Arachnida | Insekta | |
|--|---|--|
| Halmstreckerspinne (<i>Tibellus sp.</i>) | Ackerhummel (<i>Bombus pascuorum</i>) | Kleines Ochsenauge (<i>Hyponephele lycaon</i>) |
| Spalten-Trichternetzspinne (<i>Tetrix denticulata</i>) | Ackerwindenbunteulchen (<i>Emmelia trabealis</i>) | Klöterich Purpurspanner (<i>Lythria purpuraria</i>) |
| Wespenspinne (<i>Argiope bruennichi</i>) | Admiral (<i>Vanessa atlanta</i>) | Kohlwanze (<i>Eurydema oleraceum</i>) |
| Aves | Insekta | |
| Amsel (<i>Turdus merula</i>) | Ameisensackkäfer (<i>Clytra laeviuscula</i>) | Kupfer-Rosenkäfer (<i>Protaetia cuprea</i>) |
| Blaumeise (<i>Cyanistes caeruleus</i>) | Asiatischer Marienkäfer (<i>Harmonia axyridis</i>) | Landkärtchen (<i>Araschnia levana</i>) |
| Bluthänfling (<i>Linaria cannabina</i>) | Bernsteinschabe (<i>Ectobius vittiventris</i>) | Lindenwanze (<i>Oxycarenus lavaterae</i>) |
| Blutspecht (<i>Dendrocopos syriacus</i>) | Blauflügelige Ödlandschrecke (<i>Oedipoda caerulescens</i>) | Marmorierte Baumwanze (<i>Halyomorpha halys</i>) |
| Buchfink (<i>Fringilla coelebs</i>) | Borstige Dolchwespe (<i>Scolia hirta</i>) | Mauerfuchs (<i>Lasiommata megera</i>) |
| Buntspecht (<i>Dendrocopos major</i>) | Brauner Grashüpfer (<i>Chorthippus brunneus</i>) | Nachtigallgrashüpfer (<i>Chorthippus biguttulus</i>) |
| Dohle (<i>Corvus monedula</i>) | Bunter Grashüpfer (<i>Omocestus rufipes</i>) | Nebelschildkäfer (<i>Cassida nebulosa</i>) |
| Eichelhäher (<i>Garrulus glandarius</i>) | C-Falter (<i>Polygomia c-album</i>) | Olivbrauner Zünsler (<i>Pyrausta despicata</i>) |
| Elster (<i>Pica pica</i>) | Dickkopf Grashüpfer (<i>Euchorthippus declivus</i>) | Rombenwanze (<i>Syromastus rhombeus</i>) |
| Erlenzeisig (<i>Spinus spinus</i>) | Dunkelbrauner Bläuling (<i>Aricia agestis</i>) | Rote Keulenschrecke (<i>Gomphocerippus rufus</i>) |
| Gartenrotschwanz (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>) | Echter Widderbock (<i>Clytus arietis</i>) | Rote Mordwanze (<i>Rhynocoris iracundus</i>) |
| Girlitz (<i>Serinus serinus</i>) | Erdhummel agg. (<i>Bombus sp.</i>) | Rothalsbock (<i>Stictoleptura rubra</i>) |
| Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>) | Feldgrashüpfer (<i>Chorthippus apricarius</i>) | Rotleibiger Grashüpfer (<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>) |
| Grünfink (<i>Chloris chloris</i>) | Feldheuschrecke (<i>Chorthippus sp.</i>) | Salomonsiegel Blattwespe (<i>Phymatocera aterrima</i>) |
| Grünspecht (<i>Picus viridis</i>) | Feldwespe (<i>Polistes dominula</i>) | Sandwespe (<i>Ammophila sp.</i>) |
| Halsbandschnäpper (<i>Ficedula albicollis</i>) | Fleischfliege (<i>Sarcophagus sp.</i>) | Schachbrettfalter (<i>Melanargia galathea</i>) |
| Hausrotschwanz (<i>Phoenicurus ochruros</i>) | Gammäule (<i>Autographa gamma</i>) | Schwarzrückige Gemüsewanze (<i>Eurydema ornata</i>) |
| Haussperling (<i>Passer domesticus</i>) | Gartenhummel (<i>Bombus hortorum</i>) | Segelfalter (<i>Iphiclides podalirius</i>) |
| Heckenbraunelle (<i>Prunella modularis</i>) | Gehörnte Mauerbiene (<i>Osmia cornuta</i>) | Siebenpunkt-Marienkäfer (<i>Coccinella septempunctata</i>) |
| Kernbeißer (<i>Coccothrautes coccothrautes</i>) | Gelbbindige Furchenbiene (<i>Halictus scabiosae</i>) | Silbergrüner Bläuling (<i>Lysandra coridon</i>) |
| Klappergrasmücke (<i>Curruca curruca</i>) | Gemeine Feuerwanze (<i>Pyrrhocoris apterus</i>) | Skabiosenlangormmotte (<i>Nemophora metallica</i>) |
| Kleiber (<i>Sitta europaea</i>) | gemeine Florfliege (<i>Chrysoperla carnea</i>) | Spitzling (<i>Aelia acuminata</i>) |
| Kohlmeise (<i>Parus major</i>) | Gemeine Rosengallwespe (<i>Diplolepis rosae</i>) | Steinhummel (<i>Bombus lapidarius</i>) |
| Mauersegler (<i>Apus apus</i>) | Gemeine Wespe (<i>Vespula vulgaris</i>) | Stolperkäfer (<i>Valgus hemipterus</i>) |
| Mehlschwalbe (<i>Delichon urbicum</i>) | Gemeine Wiesenwanze (<i>Lygus pratensis</i>) | Streifenwanze (<i>Graphosoma italicum</i>) |
| Misteldrossel (<i>Turdus viscivorus</i>) | Gemeiner Bienenkäfer (<i>Trichodes aparius</i>) | Südlicher Blaupfeil (<i>Orthetrum brunneum</i>) |
| Mönchsgasmücke (<i>Sylvia atricapilla</i>) | gemeiner Scheinbockkäfer (<i>Oedemera femorata</i>) | Tagpfauenauge (<i>Aglais io</i>) |
| Nebelkrähe (<i>Corvus cornix</i>) | Gepunktete Hornfliege (<i>Trypetoptera punctulata</i>) | Taubenschwänzchen (<i>Macroglossum stellatarum</i>) |
| Neuntöter (<i>Lanius collurio</i>) | Gewöhnlicher Trauerschweber (<i>Anthrax anthrax</i>) | Trauerrosenkäfer (<i>Oxythyrea funesta</i>) |
| | Gitterspanner (<i>Chiasmia clathrata</i>) | Trauerspinner (<i>Penthophera morio</i>) |

| | | |
|---|--|---|
| Rabenkrähe (<i>Corvus corone</i>) | Goldglänzender Rosenkäfer (<i>Cetonia aurata</i>) | Variabler Flachmarienkäfer (<i>Hippodamia variegata</i>) |
| Rauchschwalbe (<i>Hirundo rustica</i>) | Goldschrecke (<i>Euthystira brachyptera</i>) | Variabler Widderbock (<i>Chlorophorus varius</i>) |
| Rotdrossel (<i>Turdus iliacus</i>) | Gottesanbeterin (<i>Mantis religiosa</i>) | Vierfleckiger Kugelmarienkäfer (<i>Brumus quadripustulatus</i>) |
| Rotkehlchen (<i>Erithacus rubecula</i>) | Graubindiger Mohrenfalter (<i>Erebia aethiops</i>) | Vierpunktige Sichelschrecke (<i>Phaneroptera nana</i>) |
| Saatkrähe (<i>Corvus frugilegus</i>) | Große Holzbiene (<i>Xylocopa violacea</i>) | Waldreben-Fensterfleckchen (<i>Thyris fenestrella</i>) |
| Schwanzmeise (<i>Aegithalos caudatus</i>) | Große Schiekkopfschrecke (<i>Ruspolia nitidula</i>) | Westliche Beißschrecke (<i>Platycleis albopunctata</i>) |
| Silberreiher (<i>Ardea alba</i>) | Großer Fuchs (<i>Nymphalis polychloros</i>) | Wiesengrashüpfer (<i>Corthippus dorsatus</i>) |
| Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>) | Großer Kohlweißling (<i>Pieris brassicae</i>) | Wiesenschaumzikade (<i>Philaenus spumarius</i>) |
| Star (<i>Sturnus vulgaris</i>) | Großes Ochsenauge (<i>Maniola jurtina</i>) | Wollschweber (<i>Bombylius major</i>) |
| Stieglitz (<i>Carduelis carduelis</i>) | Grüne Reiswanze (<i>Nezara viridula</i>) | Zirkräfer (<i>Oulema sp.</i>) |
| Straßentaube (<i>Columba livia domestica</i>) | Grüne Stinkwanze (<i>Palomena prasina</i>) | Zitronenfalter (<i>Gonepteryx rhamni</i>) |
| Trauerschnäpper (<i>Ficedula hypoleuca</i>) | grünes Heupferd (<i>Tettigonia viridissima</i>) | Zünsler (<i>Dioryctria sp.</i>) |
| Türkentaube (<i>Streptopelia decaocto</i>) | Hauhechelbläuling (<i>Polyommatus icarus</i>) | Mammalia |
| Turmfalke (<i>Falco tinnunculus</i>) | Heidegrashüpfer (<i>Stenobothrus lineatus</i>) | Hauskatze (<i>Felis catus</i>) |
| Wacholderdrossel (<i>Turdus pilaris</i>) | Himmelblauer Bläuling (<i>Lysandra bellargus</i>) | Igel (<i>Erinaceus sp.</i>) |
| Wintergoldhähnchen (<i>Regulus regulus</i>) | Holzbiene (<i>Xylocopa sp.</i>) | Gastropoda |
| Zaunkönig (<i>Troglodytes troglodytes</i>) | Honigbiene (<i>Apis mellifera</i>) | gefleckte Weinbergschnecke (<i>Cornu aspersum</i>) |
| Zilpzalp (<i>Phylloscopus collybita</i>) | Hornisse (<i>Vespa crabro</i>) | Tigerschnegel (<i>Limax maximus</i>) |
| Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>) | Italienische Schönschrecke (<i>Calliptamus italicus</i>) | Weinbergschnecke (<i>Helix pomatia</i>) |
| Sperber (<i>Accipiter nisus</i>) | kein Trivialname (<i>Macrophya rufipes</i>) | |
| | Kleiner Kohlweißling (<i>Pieris rapae</i>) | |
| | Kleiner Perlmuttfalter (<i>Issoria lathonia</i>) | |

Tabelle 12 Floristische Gamma-Diversität am Friedhof Wr. Neustadt.

| | | |
|--|---|--|
| Magnoliopsida | Gewöhnlicher Natternkopf (<i>Echium vulgare</i>) | Schmalblättriger Doppelsame (<i>Diplotaxis tenuifolia</i>) |
| Ackerigelstern (<i>Gagea villosa</i>) | Gewöhnlicher Reiherschnabel (<i>Erodium cicutarium</i>) | Schwarznessel (<i>Ballota nigra</i>) |
| Ackerwinde (<i>Convolvulus arvensis</i>) | Gewöhnlicher Spindelstrauch (<i>Euonymus europaeus</i>) | Schwarz-Pappel (<i>Populus nigra</i>) |
| Bartgras (<i>Bothriochloa ischaemum</i>) | Gewöhnliches Knaulgras (<i>Dactylis glomerata</i>) | Sibirischer Blaustern (<i>Scilla siberica</i>) |
| Berg-Ahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>) | Graukresse (<i>Berteroia incana</i>) | Sichelmöhre (<i>Falcaria vulgaris</i>) |
| Berg-Ulme (<i>Ulmus glabra</i>) | Großer Knorpellattich (<i>Chondrilla juncea</i>) | Skabiosen Flockenblume (<i>Centaura scabiosa</i>) |
| blutroter Hartriegel (<i>Cornus sanguinea</i>) | großer Wiesenknopf (<i>Sanguisorba officinalis</i>) | Sommer-Linde (<i>Tilia platyphyllos</i>) |
| Bunte Kronwicke (<i>Securigera varia</i>) | Grüne Borstenhirse (<i>Setaria viridis</i>) | Sparige Zwergmispel (<i>Cotoneaster divaricatus</i>) |
| Drüsiger Götterbaum (<i>Ailanthus altissima</i>) | Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) | Spitz-Ahorn (<i>Acer platanoides</i>) |
| Durchwachsenenblättriges Kleintäschelkraut (<i>Microthlaspi perfoliatum</i>) | Hundsrose (<i>Rosa canina</i>) | Spitzwegerich (<i>Plantago lanceolata</i>) |
| Echte Walnuss (<i>Juglans regia</i>) | Hundsveilchen (<i>Viola canina</i>) | Tataren-Ahorn (<i>Acer tataricum</i>) |

| | | |
|---|---|--|
| Efeu (<i>Hedera helix</i>) | Hundszahngras (<i>Cynodon dactylon</i>) | Traubenhazinthe (<i>Muscaris sp.</i>) |
| Eingrifflicher Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>) | Kanadischer Hollunder (<i>Sambucus nigra ssp. Canadensis</i>) | Vogelkirsche (<i>Prunus avium</i>) |
| Falscher Jasmin (<i>Philadelphus coronarius</i>) | Kaukasus-Asienfetthenne (<i>Phedimus spurius</i>) | Wegdistel (<i>Carduus acanthoides</i>) |
| Feinstrahl-Berufskraut (<i>Erigeron annuus</i>) | kleinblütige Königskerze (<i>Verbascum thapsus</i>) | Weinbergstraubenhyazinthe (<i>Muscaris neglectum</i>) |
| Feld-Ahorn (<i>Acer campestre</i>) | Kolchischer Efeu (<i>Hedera colchica</i>) | Weiße Fetthenne (<i>Sedum album</i>) |
| Flieder (<i>Syringa sp.</i>) | Kompasslattich (<i>Lactuca serriola</i>) | Weissklee (<i>Trifolium repens</i>) |
| Gamander Spierstrauch (<i>Spiraea chamaedryfolia</i>) | Löwenzahn (<i>Taraxacum sp.</i>) | Wiesen Witwenblumen (<i>Knautia avensis</i>) |
| Gänseblümchen (<i>Bellis perennis</i>) | März-Veilchen (<i>Viola odorata</i>) | Wiesenbocksbart (<i>Tragopogon pratensis</i>) |
| Gartentulpe (<i>Tulipa gesneriana</i>) | Mäusegerste (<i>Hordeum murinum</i>) | Wiesenflockenblume (<i>Centaurea jacea</i>) |
| Gelbe Skabiose (<i>Scabiosa ochroleuca</i>) | Mausohr Habichtskräuter (<i>Hieracium sp.</i>) | Wiesensalbei (<i>Salvia pratensis</i>) |
| gelber Wau (<i>Reseda lutea</i>) | Milchsterne (<i>Ornithogallum umbellatum agg.</i>) | Wiesen-Witwenblume (<i>Knautia arvensis agg.</i>) |
| Gemeine Hasel (<i>Corylus avellana</i>) | Orientalischer Bocksbart (<i>Tragopogon orientalis</i>) | Zypressen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia cyparissias</i>) |
| Gemeine Ochsenzunge (<i>Anchusa officinalis</i>) | Persischer Ehrenpreis (<i>Veronica persica</i>) | Coniferales |
| Gemeiner Thymian (<i>Thymus pulegioides</i>) | Pfeilkresse (<i>Lepidium draba</i>) | Abendländischer Lebensbaum (<i>Thuja occidentalis</i>) |
| Gewöhnliche Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>) | purpurrote Taubnessel (<i>Lamium purpureum</i>) | Europäische Lärche (<i>Larix decidua</i>) |
| Gemeine Ochsenzunge (<i>Anchusa officinalis</i>) | Pyrenäen-Storchenschnabel (<i>Geranium pyrenaicum</i>) | Gemeine Fichte (<i>Picea abies</i>) |
| gewöhnliche Mahonie (<i>Mahonia aquifolium</i>) | Quirlblütiger Salbei (<i>Salvia verticillata</i>) | Gewöhnliche Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>) |
| Gewöhnliche Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>) | rote Borstenhirse (<i>Setaria pumila</i>) | Schwarz-Kiefer (<i>Pinus nigra</i>) |
| Gewöhnliche Traubenkirsche (<i>Prunus padus</i>) | Sanddorn (<i>Hippophae rhamnoides</i>) | Lawsons-Scheinzypresse (<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>) |
| Gewöhnlicher Flieder (<i>Syringa vulgaris</i>) | Sand-Thymian (<i>Thymus sp.</i>) | |
| Gewöhnlicher Liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>) | Schlehe (<i>Prunus spinosa agg.</i>) | |

Um die Vielfalt innerhalb der gesamten Gamma-Diversität am Areal über den gesamten Zeitraum besser zu visualisieren, wurden zusätzliche Illustrationen erstellt. Dabei wurden Ordnungen und Familien die nur einmal vorgefunden wurden ausgeschlossen, um eine bessere Übersicht zu schaffen.

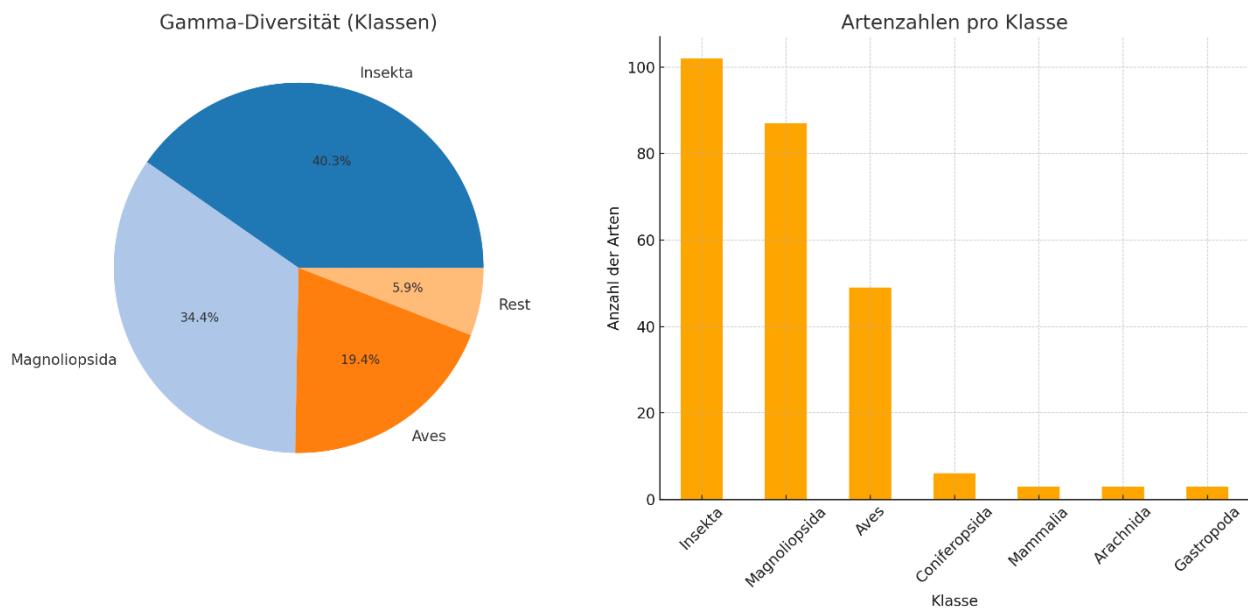


Abbildung 22 Zusammensetzung der Klassen innerhalb der gesamten Gamma-Diversität des Friedhofs Wr. Neustadt. Im Kreisdiagramm wurden alle Klassen die weniger als 5% der gesamten Diversität ausgemacht haben unter „Rest“ zusammengefasst. Das Balkendiagramm zeigt die Aufschlüsselung der Artenzahlen nach Klasse.

Abbildung 22 zeigt die Zusammensetzung aller Klassen einerseits aufgeschlüsselt nach Prozent (Kreisdiagramm) und andererseits nach Artenzahlen (Balkendiagramm). Diese beiden Darstellungen verdeutlichen eindrucksvoll die Dominanz dieser drei Klassen gegenüber allen anderen, welche mit 6,2% den Rest bilden. Natürlich würde sich diese Zusammensetzung dementsprechend verschieben, wäre der Forschungsfokus beispielsweise auf Gastropoda oder Arachnida gelegt worden. Abbildung 23 zeigt die prozentuale Zusammensetzung der häufigsten Insekten-Ordnungen, exklusive solcher die nur mit einer Art vertreten waren. Hierbei wird ersichtlich, dass die Ordnungen Lepidoptera und Hymenoptera 50% der festgestellten Taxa ausmachen. Dies ist einerseits auf den Forschungsschwerpunkt zurückzuführen und andererseits auf ihre eher auffällige Lebensweise

und Habitus. Trotzdem spielen diese beiden Gruppen aufgrund ihrer faktuellen Vielfalt eine bedeutende Rolle als Blütenbesucher im Ökosystem des Areals.

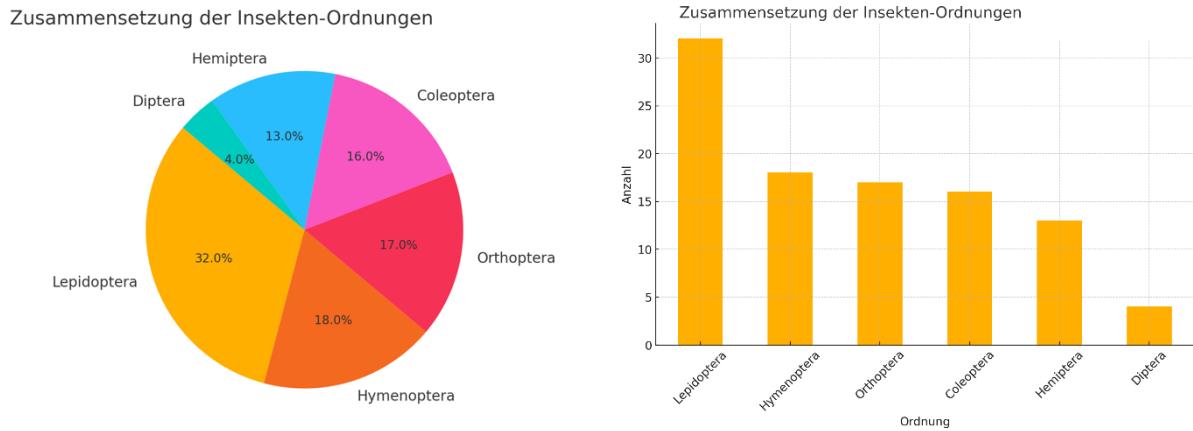


Abbildung 23 Zusammensetzung der Insektenordnungen innerhalb der gesamten Gamma-Diversität des Friedhofs.

Abbildung 24 veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Familien, wobei auch hier weniger häufige Familien, welche einen Anteil von unter 4,9% an der Gesamtzahl hatten, für die Darstellung im Kreisdiagramm als „Rest“ zusammengefasst wurden. Es wird deutlich, dass zwar bestimmte Familien in Bezug auf ihre Artenzahl dominieren und somit eine tendenziell wichtigere Rolle im Ökosystem des Friedhofs spielen. Jedoch zeigt der prozentuelle Anteil von 61,9%, dass dann viele kleinere Familien noch einen massiven Teil zur Diversität beitragen. Das Balkendiagramm

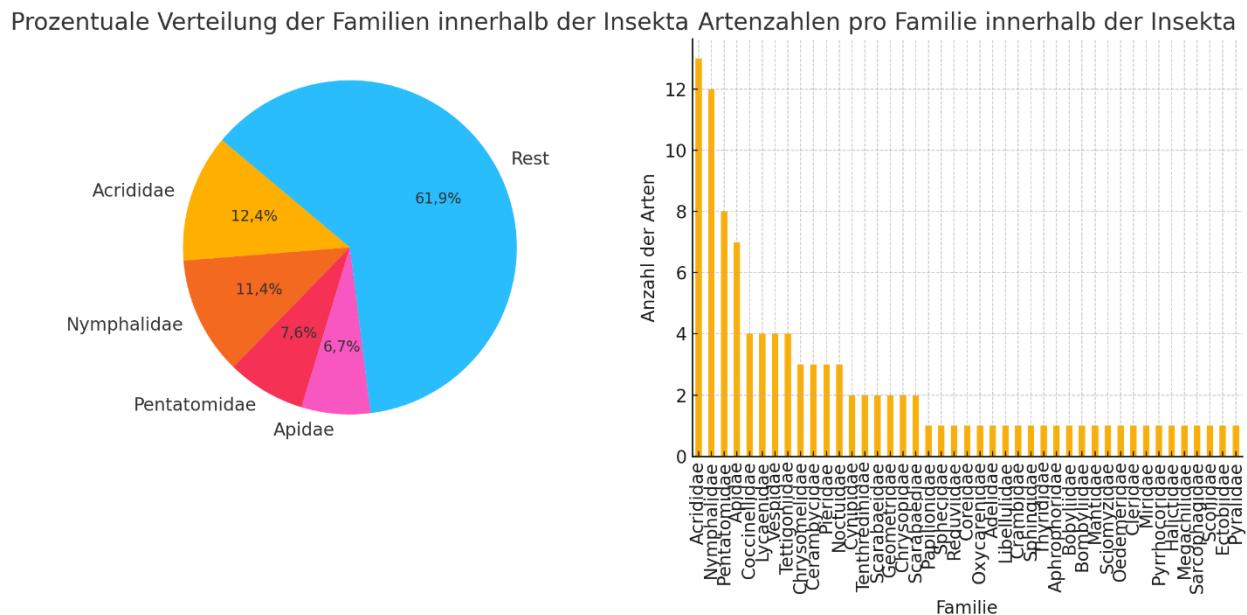


Abbildung 24 Zusammensetzung der Insektenfamilien innerhalb der gesamten Gamma-Diversität des Friedhofs Wr. Neustadt.

gramm der Insekten-Familien zeigt die absolute Anzahl der Arten innerhalb aller Familien, inklusive derer die im Kreisdiagramm zusammengefasst wurden, und bietet somit eine präzisere Darstellung der Insektenvielfalt.

5. Diskussion

In diesem Teil werden die Daten aus dem vorhergegangenen Kapitel zusammengetragen, und im Licht der Forschungsfragen betrachtet, um diese zu beantworten. Zudem wird auf Beschaffenheit und Besonderheiten der Biozönosen eingegangen, die im Verlauf der Forschung am Friedhof festgestellt wurden. Basierend auf der Literaturerhebung zu Maßnahmen zur Steigerung von Biodiversität in urbanen Lebensräumen werden dann noch Maßnahmen am Friedhof empfohlen, um Biodiversität zu steigern. Die Forschungsfragen, die zu Beginn dieses Projektes gestellt wurden, lauteten:

1. In welcher Beziehung stehen die Biodiversität der Pflanzen und Tiere in verschiedenen Biozönosen des Friedhofs Wiener Neustadt?
 - 1.1) Welche Faktoren beeinflussen die Biodiversität positiv oder negativ?
 - 1.2) Gibt es Nachweise für das Vorkommen von bedrohten Arten gemäß der IUCN-Roten Liste?

2. Welche Maßnahmen können am Friedhof Wiener Neustadt ergriffen werden, um die Biodiversität zu steigern?

Diese Fragen werden in den nächsten Unterkapiteln beantwortet.

5.1 Biodiversität der avifaunistischen Untersuchungsareale

Um die erste Forschungsfrage zu beantworten, werden die erstellten Biodiversitätsindizes und Ergebnisse über die verschiedenen Taxa innerhalb der beforschten Areale zusammengefasst. Zunächst werden die avifaunistischen Areale (Nordbereich (NB), Südbereich (SB), Westbereich (WB), Mitte) behandelt, bevor auf die Biozönosen (Nordwiese, Südwestwiese, Westwiese) eingegangen wird, in denen die Insektenforschung stattfand. Zusätzlich zu den quantitativ erhobenen Daten fließen auch Erkenntnisse ein, die während der Datensammlung durch den Forscher vor Ort gewonnen wurden.

Der Nordbereich (NB) zeichnet sich durch eine beachtliche avifaunistische Alpha-Diversität aus, mit einem Fisher's Alpha-Wert von 7,19 und einer Artenvielfalt von 30 (siehe *Tabelle 5*). Die dominante Ordnung der Passeriformes ist nur gegeben durch das Vorhandensein einer reichhaltige Auswahl an Lebensräumen und Nahrungsquellen. Besonders häufig vertreten sind die

Muscicapidae (Schnäpper) und Corvidae (Krähenvögel), was auf zahlreiche Nistplätze und vielfältige ökologische Nischen hinweist. Die Struktur des Nordbereichs, geprägt durch weite Wiesenflächen und zahlreiche Bäume, bietet vielfältige Lebensräume für viele Arten. Besonders hervorzuheben sind die fast vollkommen mit Efeu bewachsene Friedhofsmauer, die vom Nordtor nach Osten verläuft, welche zu jeder Jahreszeit Schutz für Kleinvögel wie Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*), oder Mönchsgasmücken (*Sylvia atricapilla*) bot. Interessant wird auch sein, wie sich der im Frühjahr 2024 neu angelegte Waldfriedhof (Abbildung 25) auf die Diversität der Vögel auswirken wird, da Baumbestände in vielen Publikationen (Evans et al. 2009; Shwartz et al. 2013) als einer der Hauptfaktoren für Vogeldiversität genannt werden.



Abbildung 25 Neu gepflanzter Waldfriedhof im Gebiet Nordwiese.
Quelle: Pluskovich 2024.

Der Südbereich (SB) zeigt einen Fisher's Alpha-Wert von 7,24 und einer Artenvielfalt von 33. Damit weist der Südbereich (SB) die höchste Alpha-Diversität der vier untersuchten Areale auf (Tabelle 5). Die dominierende Ordnung der Passeriformes deutet auch hier auf eine hohe Diversität und Häufigkeit dieser Vogelgruppe hin. Besonders bemerkenswert ist die große Anzahl an Fringillidae (Finken) und Paridae (Meisen), was auf reichlich Nahrungsquellen und mögliche günstige Brutbedingungen schließen lässt. Der Südbereich profitiert von komplexen Strukturen, die zahlreiche Bäume und Hecken umfasst und so Schutz und Nahrung für viele Arten bietet. Solche Bereiche, die bei den Begehungen durchgehend stark besucht waren, waren die dichten Hecken an der Grenze zur Mitte (Abbildung 26) und an der Friedhofsmauer. Außerdem erwiesen sich die hohen Bäume in dem Areal aber auch knapp



Abbildung 26 Teile der Südwestwiese mit Hecke. Quelle: Pluskovich 2023.

außerhalb der wetlichen Mauer zum dementsprechend äußerst treffend benannten Walter-von-der-Vogelweide-Park als stark frequentiert. Diese Bereiche sollten demnach bestmöglich gepflegt und erhalten werden.

Der Westbereich (WB) weist die geringste Alpha-Diversität mit einem Fisher's Alpha-Wert von 5,33 und einer Artenvielfalt von 19 (siehe *Tabelle 5*) auf. Auch hier dominieren die Passeriformes, allerdings in weniger vielfältiger Zusammensetzung im Vergleich zu den anderen Bereichen. Die häufige Präsenz von Sturnidae (Staren) deutet auf deren Anpassungsfähigkeit an verschiedene Lebensräume und Nahrungsquellen hin (Feare & Craig; Ibañez et al. 2023). Interessanterweise gibt es im WB Strukturen wie hohe Bäume und eine Hecke an der Friedhofsmauer, die eigentlich positiv auf Vögel wirken sollten, jedoch weniger frequentiert werden als in anderen Gebieten. Der Westbereich ist stark durch versiegelte Flächen geprägt und grenzt an die vielbefahrene Bundesstraße B17, was möglicherweise die ökologische Vielfalt negativ beeinflusst.

Der Bereich Mitte zeigt eine moderate Alpha-Diversität, mit einem Fisher's Alpha-Wert von 6,19 und einer Artenvielfalt von 27 Vögeln (siehe *Tabelle 5*). Auch hier sind die Passeriformes stark vertreten. Besonders häufig sind die Muscicapidae und Corvidae, was durch die Verfügbarkeit von Strukturen wie den alten Baumbeständen der zentralen Allee, sowie wilde Bereiche zwischen Gräbern zurückzuführen sind. Auffällig war das häufige Auftreten des stark durch Lebensraumverlust bedrohten Girlitz (*Serinus serinus*), dessen maximale Individuenzahl bei den Begehungungen oft in diesem Gebiet registriert wurde. Die attraktiven Bäume der Allee wurden im Erhebungszeitraum eher von Generalisten wie Blaumeisen (*Cyanistes caeruleus*), Kohlmeisen (*Parus major*), oder Buchfinken (*Fringilla coelebs*) besucht.

Zusätzlich zur Alpha-Diversität, wird hier noch die Beta-Diversität, welche die Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den verschiedenen Arealen misst, präsentiert. Die größten Unterschiede bestehen zwischen dem Nordbereich und der Mitte mit einem Wert von 0,296 (siehe *Tabelle 7*), was die unterschiedlichen Lebensräume und Artenzusammensetzungen deutlich macht. Im Gegensatz dazu zeigen der Südbereich und der Westbereich die geringsten Unterschiede mit einem Wert von 0,053, was auf ähnliche Umweltbedingungen und Nahrungsquellen hinweisen könnte. Allerdings berücksichtigt dieser Index lediglich das Vorhandensein oder Fehlen von Arten und nicht deren Populationsdichte oder ökologische Bedingungen. Daher können trotz ähnlicher Beta-Diversität die Lebensräume in Bezug auf Qualität und Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen erheblich variieren.

5.2 Biodiversität der Pflanzen und Tiere in den Biozönosen

Die Untersuchung der Biozönosen Südwiese, Nordwiese und Westwiese bietet wertvolle Einblicke in die ökologischen Hotspots des Friedhofs Wiener Neustadt. Diese Bereiche wurden auf ihre α -Diversität nach dem Shannon Index (Beierkuhnlein 2007) und β -Diversität „ β sim“ (Koleff et al. 2003) hin untersucht, um die Vielfalt der dort vorkommenden Pflanzen und Insekten zu erfassen. Abschließend wird noch auf den Einfluss abiotischer Faktoren auf den Standort eingegangen.

Die Südwiese hat die höchste Alpha-Diversität unter den Biozönosen, mit einem Shannon-Index von 6,54 und einer Gesamtartenanzahl von 106 Taxa (*Tabelle 9*). Diese hohe Biodiversität resultiert maßgeblich aus der Vielzahl von Magnoliopsida (49 Taxa) und Insekten (54 Taxa). Unter den Pflanzen sind die Ordnungen Asterales (Asternartige), Lamiales (Lippenblütlerartige), und Poales (Süßgrasartige) stark vertreten, was auf die Dominanz von Blühpflanzen hinweist, die viele bestäubende Insekten anziehen. Was diese Biozönose jedoch so besonders attraktiv für eine breite Anzahl an Insekta macht, ist die vorherrschende Strukturvielfalt. So bietet die für den Standort weitläufige Wiese, die auch oft etwas länger wachsen gelassen wird, beste Bedingungen für Blütenbesucher. Zudem befindet sich ein halboffener Hang mit freien Erdstellen welche attraktiv für Heuschrecken und Solitärbielen ist. Insgesamt bietet die Südwiese durch mannigfaltige Strukturen vielen Arten die Möglichkeit Nischen zu besetzen die in uniformeren Gebieten wie der Westwiese nicht vorkommen.

Mit einem Shannon-Indexwert, der mit 6,49 nur 0,02 Punkte unter dem der Südwiese liegt, zeigt sich die Nordwiese als Minimalst weniger divers. In diesem Areal wurden insgesamt 94 Taxa bestimmt (*Tabelle 9*). Die Nordwiese bietet durch ihre Struktur, die Wiesenflächen und schattige Bereiche umfasst, vielfältige Lebensräume für Magnoliopsida (40 Taxa) und Insekten (52 Taxa). Die häufigsten Ordnungen Asterales, Rosales und Fagales deuten auf eine Mischung aus verholzten Pflanzen und Blühpflanzen hin, die eine stabile und gesunde Umgebung für die Insektenvielfalt schaffen. Besonders wertvoll für diesen Lebensraum sind die etwa 2 Meter hohen Böschungen, die den Bauhof am Friedhof umgeben und die eine einzigartige Struktur bieten.



Abbildung 27 Arteinreiche Böschung der Nordwiese nach frischer Mahd der Wiese. Quelle: Pluskovich 2023.

Auf ihnen kann durch sehr seltene Mahd ein von einheimisch vorkommenden Pflanzen dominierter Lebensraum ohne große Störungen entstehen. *Abbildung 27* zeigt die nördlichere Böschung, welche im Gegensatz zur kurz gemähten Wiese daneben ein wichtiges Refugium für viele Pflanzen und Tiere darstellt. Es war an diesen Böschungen, an denen der Großteil der nachgewiesenen Lepidoptera (Schmetterlinge), Orthoptera (Heuschrecken) und Hemiptera (Schnabelkerfen) gefunden wurden. Diese Bereiche beweisen eindrucksvoll, wie schon kleinste Areale die ein wenig weniger intensiv gepflegt werden die Diversität massiv positiv beeinflussen können.

Die Westwiese weist die niedrigste Alpha-Diversität der untersuchten Biozönosen auf, mit einem Shannon-Index von 5,90 und insgesamt 66 identifizierten Taxa (*Tabelle 9*). Trotz der geringeren Vielfalt sind auch hier die Ordnungen Asterales und Rosales (Rosengewächsen) dominierend, was auf das Vorhandensein von Blühpflanzen und Sträuchern hinweist. Die niedrige Grasvegetation zu den meisten Zeiten der Datenerhebung könnte die Bestimmung der Pflanzen, besonders der Süßgräser negativ beeinflusst haben, was zu einem geringeren Diversitätsindex führte. Die reduzierte Insektenvielfalt deutet auf weniger abwechslungsreiche Lebensräume und Nahrungsquellen hin. Die Datenlage unterstreicht die Beobachtungen vor Ort. Obwohl auch hier eine weitläufige Wiese vorhanden ist, welche zur Grazer Straße (B17) hin mit einer grünen Hecke aus Bäumen und Sträuchern abgegrenzt wird (*Abbildung 28*) fanden sich viel weniger Arten (sowohl in Vielfalt als auch in Abundanz) als auf den anderen Biozönosen. Mögliche Gründe dafür sind eine geringere strukturelle Vielfalt und die Nähe zu einer der vielbefahrensten Straßen von Wiener Neustadt. Besonders die Nähe zur Straße wirkt sich möglicherweise stark einschränkend aus, da die Artenzusammensetzung in den Hecken des Nordrandes der Nordwiese ähnlich ist, jedoch dort eine deutlich höhere Insektenaktivität zu verzeichnen ist. Zudem scheint die Wiesenfläche in diesem Bereich sehr kurz und häufig gemäht zu werden, was dazu beiträgt, dass schnellwüchsige Pflanzen wie das gewöhnliche Knaulgras (*Dactylis glomerata*) gegenüber anderen Arten dominieren können.



Abbildung 28 Westwiese mit Teilen der Vegetation angrenzend zur B17. Quelle: Pluskovich 2023.

Betrachtet man die Beta-Diversität zwischen den Biozönosen (siehe *Tabelle 10*), zeigen sich klare Unterschiede in der Artenzusammensetzung. Die größten Unterschiede bestehen zwischen der Nordwiese und der Westwiese sowie zwischen der Nordwiese und der Südwiese, jeweils mit einem β sim-Wert von 0,706. Diese Werte deuten auf erhebliche Unterschiede in den Lebensräumen und der Artenzusammensetzung hin. Der Vergleich zwischen der Südwiese und der Westwiese zeigt ebenfalls signifikante Unterschiede, jedoch etwas geringere (β sim-Wert von 0,569), was auf ähnlichere Umweltbedingungen und Nahrungsquellen hinweisen könnte. Wenn man die Pflanzen aus der Betrachtung ausschließt, verändern sich die β sim-Werte nur geringfügig (Nordwiese-Südwiese -0,078, Nordwiese-Westwiese +0,052, Südwiese-Westwiese +0,067). Dies zeigt, dass die größten Unterschiede zwischen den Gebieten in der Artenzusammensetzung der Faunenelemente liegen. Daher sollten Schutz- und Pflegemaßnahmen darauf abzielen, die Vegetationsbedingungen so zu optimieren, dass die tierische Vielfalt erhalten bleibt und gefördert wird.

Die Gamma-Diversität repräsentiert die gesamte Artenvielfalt des Friedhofs Wiener Neustadt und umfasst alle erhobenen Taxa, welche sich über verschiedene Klassen, Ordnungen und Familien verteilen. Insgesamt wurden 250 Arten identifiziert (*Tabelle 11* und *12*), die sich wiederum auf sechs Klassen, 45 Ordnungen, und 112 Familien verteilen. Besonders die Vielfalt innerhalb der Insekten und Vögel unterstreicht die hohe Bedeutung des Friedhofs für die tierische Biodiversität in Wiener Neustadt. Rückblickend auf die Ausgangssituation und basierend auf Begehungungen in den Vorjahren vor Beginn der Forschung hätte man eine höhere Insektendifferenzität erwartet. Insbesondere das außerordentlich kalt-nasse und trübe Wetter im April und Mai 2023 (siehe Abschnitt 2.8.2) hat zu einer stark eingeschränkten Aktivität der Insekten während dieser Monate, aber auch potenziell über den restlichen Sommer hinweg, beigetragen. Besonders betroffen von solchen Wetterphänomenen sind Insekten wie Hummeln, deren Staatsgründung in der wichtigen Anfangsphase negativ beeinflusst wird, sowie einige Heuschreckenarten, deren Larven in diesen Monaten schlüpfen und empfindlich auf extreme Wetterbedingungen reagieren können.

An dieser Stelle soll noch auf den möglichen Einfluss von klimatischen Bedingungen und Geologie am Standort eingegangen werden. Dafür werden speziell die gefundenen Heuschrecken, Schmetterlinge, und Pflanzen auf mögliche Arten mit besonderen Lebensraumanforderungen wie Magerrasen oder saure beziehungsweise basische Böden untersucht, um zu eruieren ob diese Faktoren eine besondere Rolle spielen. Da schon aufgezeigt wurde, dass der Friedhof auf mäßig bis stark alkalischem Kalkboden liegt (*Tabelle 1*), würde das Vorkommen von mehreren calciphilen Arten für einen größeren Einfluss dieses Faktors sprechen. Die Lebensraumanforderungen wurden für

Schmetterlinge aus dem österreichischen Schmetterlingsmonitoring (Rüdisser et al. 2024) und dem „Kosmos Schmetterlingsführer“ (Bellmann 2016b) entnommen. Die der Heuschrecken aus der Roten Liste Niederösterreichs (Berg und Zuna-Kratky 1995), sowie den Bestimmungswerken „Kosmos Heuschreckenführer“ und „Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols (Bellmann et al. 2019; Fischer et al. 2020). Die Standortanforderungen der Pflanzen wurden aus der „Exkursionsflora“ (Fischer et al. 2008) entnommen.

Bei den Heuschrecken wurden neben einigen weniger Anspruchsvollen Arten wie dem Grünen Heupferd (*Tettigonia viridissima*), der Kleinen Goldschrecke (*Euthystira brachyptera*), oder dem Wiesengrashüpfer (*Corthippus dorsatus*) vor allem sehr wärmeliebende Arten wie die Italienische Schönschrecke (*Calliptamus italicus*) oder die Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda carerulescens*). Die gefundenen Arten Rotleibiger Grashüpfer (*Omocestus haemorrhoidalis*) und die Vierpunktige Sichelschrecke (*Pahneroptera nana*) sind Beispiele für Arten die eher typisch für Steppen oder dem Mittelmeerraum sind. Gleichermassen wurden bei den Schmetterlingen neben Generalisten wie dem Hauhechelbläuling (*Polyommatus icarus*) oder dem Kleinen Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*) einige Arten entdeckt, welche größere Ansprüche an ihren Lebensraum stellen. Dazu zählen wärmeliebende Arten wie der Himmelblaue Bläuling (*Lysandra bellargus*) und der Dunkelbraune Bläuling (*Aricia agestis*). Auch bei den Pflanzen konnten interessante Arten bestimmt werden, welche Rückschlüsse auf die Bedingungen auf den Arealen zulassen. Beispielsweise werden die Verbreitung der Sichelmöhre (*Falcaria vulgaris*) und der Graukresse (*Berteroa incana*), als im pannonicischen Raum weit verbreitet, sonst in Österreich nur mäßig häufig beschrieben. Die Bunte Kronwicke (*Securigera varia*) wird ebenfalls als wärmeliebend und darüber hinaus als kalkliebend beschrieben.

Zusammenfassend kann aufgrund der Vorkommen von besonders wärmeliebenden und an Trockenstandorte spezialisierten Arten schließen, dass der Friedhof Wiener Neustadt vom pannonicischen Klima und vom kalkhaltigen Boden beeinflusst wird. Da jedoch auch eine große Zahl von wenig spezialisierten Taxa vorkam, ist der Einfluss von anderen Faktoren wie menschliche Eingriffe durch Mahd und Düngereintrag auch sehr wahrscheinlich. Folglich könnte die Minimierung dieser hemeroben Eingriffe zu einer Ausbreitung der Arten die ihr Hauptverbreitungsgebiet in warmen bis heißen Steppen und mediterranen Gebieten haben.

5.3 Wirkungsfaktoren auf die Biodiversität

Bei der Analyse der im vorangegangenen Unterkapitel gesammelten Daten und Beschreibungen der untersuchten Areale lassen sich bestimmte Faktoren identifizieren, die die Biodiversität am Friedhof Wiener Neustadt positiv oder negativ beeinflussen können. Da diese Forschungsarbeit eine erste Bestandsaufnahme über einen begrenzten Zeitraum darstellt, ist es nur möglich, informierte Prognosen anzustellen. Um den realen Effekt eines spezifischen Faktors zu bestimmen, wären Experimente notwendig, bei denen dieser Faktor gezielt verändert wird, um die Auswirkungen auf die Artenvielfalt vorher und nachher zu untersuchen. Dennoch lassen sich aufgrund der Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Arealen am Friedhof und ihren gemessenen Biodiversitätswerten positive Einflüsse wie strukturelle Vielfalt, hoher Baumbestand und naturnahe Vegetation sowie negative Einflussfaktoren wie anthropogene Störungen, Gehölzpfllege und Mäharbeiten identifizieren.

Die höheren Shannon-Index-Werte der Nordwiese und Südwestwiese im Vergleich zur Westwiese (siehe *Tabelle 9*) ermöglichen einen direkten Vergleich dieser Bereiche, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede festzustellen. Insbesondere die Unterschiede in der Strukturenvielfalt zwischen Nordwiese und Südwestwiese sind signifikant. Beide Bereiche bieten eine Vielzahl unterschiedlicher Lebensräume, die sich sowohl räumlich als auch in ihrer Artzusammensetzung stark unterscheiden. Solche stark diversifizierten Lebensräume können auf begrenzten Flächen wichtige Mikrohabitatem schaffen und somit einer größeren Anzahl von Arten Lebensraum bieten (Shwartz et al. 2013).

Ein weiterer wesentlicher Faktor, der bereits bei der Beobachtung der avifaunistischen Vielfalt (Abschnitt 4.1) erkennbar wurde, ist der positive Einfluss von Bäumen und Sträuchern auf die Vogelvielfalt am Friedhof. Vogelarten wie der Grünfink, die typischerweise von hohen Baumspitzen aus ihren Balzgesang darbieten, wurden fast ausschließlich in Bereichen mit Baumbestand nachgewiesen. Diese Beobachtung deckt sich mit bestehenden Forschungsergebnissen (Evans et al. 2009; Shwartz et al. 2008), die Baumbestände als entscheidende positive Variable für die Vogelvielfalt identifizieren. Bei der Auswertung der Daten des Alpha-Diversitätsindexes nach (Fisher et al. 1943), dargestellt in *Tabelle 6*, wurden die beforschten Bereiche in folgender Reihenfolge bewertet: SB, NB, Mitte, WB. Da Südbereich und Nordbereich schon allein durch ihre weitläufigen Wiesenflächen einen Vorteil bei der Artenzahl der Vögel haben, macht es Sinn die Frage zu stellen was Mitte und WB unterscheidet, und warum Mitte höhere Werte erzielte als der Westbereich, der auch eine Wiese beinhaltet. Die Antwort drauf könnte im Baumbestand liegen, welcher im Bereich

Mitte beachtlich höher ist, und vor allem Arten wie Grünfink (*Chloris chloris*), Türkentaube (*Streptopelia decaocto*), oder Buchfink Lebensraum bieten.

Als eine weitere positive Einflussgröße konnte naturnahe Vegetation ausgemacht werden. Hierbei wird nicht von einer Verwilderung oder Verbuschung von Arealen gesprochen. Vielmehr sind schon Zonen in denen Pflanzen nicht alle paar Wochen sehr kurz gemäht werden als solche zu identifizieren. Daten von (Matteson und Langellotto 2011; Smith et al. 2015) zeigen ebenfalls einen stark positiven Zusammenhang zwischen Mähfrequenz und Insektenvielfalt. Besonders die Böschungen zum Bauhofareal des Friedhofs (*Abbildung 27*) wurden in der Forschungszeit merklich seltener gemäht als die umliegenden Wiesen, was zu einer höheren Diversität der Pflanzen und Insekten in diesen Bereichen führte. Dieser Umstand wird auch deutlich, wenn man sich die Vielfalt der Ordnungen der Nordwiese (*Abbildung 21*) ansieht, in welcher die Nordwiese mit 22 Ordnungen mit Abstand die diverseste der 3 Untersuchungsflächen darstellte. Solche Flächen fehlten beispielsweise auf dem viel weniger diversen Gebiet der Westwiese vollkommen und sind auf der Südwestwiese kleiner und seltener anzutreffen.

Ein wesentlicher Faktor, der die Vogeldiversität in den Arealen negativ beeinflusst, sind anthropogene Störungen (Evans et al. 2009; Perillo et al. 2017). Diese könnten die bemerkenswerten Unterschiede in der Artenzahl und Individuendichte zwischen dem Westbereich und den übrigen Arealen erklären. Obwohl der Westbereich in vielen pflanzlichen Strukturen der Mitte und Teilen des Nordbereichs ähnelt, weist er, wie im Abschnitt 4.1 beschrieben, dennoch eine geringere Artendiversität auf (siehe *Tabelle 5*, *Abbildung 9, 10* und *11*). Ein Hauptfaktor könnte die Lage des Westbereichs sein, der entlang der stark befahrenen Bundesstraße B17 im Westen grenzt. Zudem befinden sich dort das Haupttor, das Büro der Friedhofsleitung, die Aufbahrungshalle und die Toiletten, was zu einer erhöhten Besucherfrequenz und somit zu Störungen für Vögel führt.

In Bezug auf Insektenvielfalt könnten Gehölzpflege und Mahd negative Einflussgrößen darstellen. Wie in Publikationen beschrieben (Jarošík et al. 2011; Muratet et al. 2008), sind speziell die Mähfrequenz und Mähhöhe maßgebliche Faktoren für Insektenvielfalt. Dies wurde während der Forschungszeit speziell in Wochen deutlich in denen Begehungskreisläufe kurz vor und nach der Mahd stattgefunden haben. In Wiesen, in denen eine Woche zuvor noch dutzende Blütenbesucher wie Schmetterlinge oder einige Käferarten gefunden wurden, konnten plötzlich nur noch sehr wenige gesichtet werden. An solchen Tagen wurde die Rolle von naturnahen Strukturen wie die Hecken mit Blühpflanzen im Bereich Südwestwiese, oder die Böschungen in der Nordwiese deutlich, welche

in der Westwiese in dieser Form nicht vorhanden sind. Dies könnte einen weiteren Grund für die geringere Insektenvielfalt in diesem Gebiet darstellen (siehe *Tabelle 9* und *10*)

5.4 Besonders schützenswerte Arten

Um das Vorhandensein von besonders schutzbedürftigen Arten zu überprüfen, wurden die 249 Taxa der Gamma-Diversitätsanalyse (*Tabelle 11* und *12*) mit den roten Listen Österreichs (Umweltbundesamt) verglichen. Hierbei wurden mehrere Taxa in verschiedenen IUCN-Schutzkategorien gefunden (*Tabelle 13* und *14*). Man beachte die unterschiedlichen Kategorien (CE in *Tabelle 13* und EN in *Tabelle 14*).

Tabelle 13 Gefundene faunistische Taxa nach IUCN-Schutzkategorie. Aufteilung der Schmetterlinge in die nicht systematisch anerkannten Gruppen Tagfalter und Nachtfalter aufgrund derselben Aufteilung in den roten Listen Österreichs.

| NT (near threatened) | VU (vulnerable) | CE (critically endangered) |
|---|---|--|
| Aves (Vögel) | | |
| Blutspecht (<i>Dendrocopos syriacus</i>) | Girlitz (<i>Serinus serinus</i>) | |
| Mehlschwalbe (<i>Delichon urbicum</i>) | | |
| Wacholderdrossel (<i>Turdus pilaris</i>) | | |
| Bluthänfling (<i>Linaria cannabina</i>) | | |
| Schmetterlinge (Lepidoptera) | | |
| Tagfalter | | |
| Dunkelbrauner Bläuling (<i>Aricia agestis</i>) | | Kleines Ochsenauge (<i>Hyponephele Lycaon</i>) |
| Großer Fuchs (<i>Nymphalis polychloros</i>) | | |
| Himmelblauer Bläuling (<i>Polyommatus bellargus</i>) | | |
| Segelfalter (<i>Iphicilides podalirius</i>) | | |
| Silbergrüner Bläuling (<i>Polyommatus coridon</i>) | | |
| Nachtfalter | | |
| Ackerwindenbunteulchen (<i>Emmelia trabealis</i>) | | |
| Trauerspinner (<i>Pentophera morio</i>) | | |
| Libellen (Odonata) | | |
| Südlicher Blaupfeil (<i>Orthetrum brunneum</i>) | | |
| Heuschrecken (Orthoptera) | | |
| Blauflügelige Ödlandschrecke (<i>Oedipoda caerulescens</i>) | Bunter Grashüpfer (<i>Omocestus rufipes</i>) | |
| Große Schiefkopfschrecke (<i>Ruspolia nitidula</i>) | Italienische Schönschrecke (<i>Calliptamus italicus</i>) | |
| | Rotleibiger Grashüpfer (<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>) | |

Tabelle 14 Gefundene floristische Taxa nach IUCN-Schutzkategorie.

| NT (near threatened) | VU (vulnerable) | EN (endangered) |
|---|---|---|
| Gefäßpflanzen (Magnoliopsida) | | |
| gewöhnliche Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>) | Ackergelbstern (<i>Gagea villosa</i>) | Falscher Jasmin (<i>Philadelphus coronarius</i>) |
| Weinbergstraubenzypresse (<i>Muscari neglectum</i>) | | Schwarz-Pappel (<i>Populus nigra</i>) |
| Wiesensalbei (<i>Salvia pratensis</i>) | | Gamander Spierstrauch (<i>Spiraea chamaedryfolia</i>) |
| Großer Wiesenknopf (<i>Sanguisorba officinalis</i>) | | |
| Hundsveilchen (<i>Viola canina</i>) | | |

Diese Analyse ergab, dass 19 Taxa dem Status „near threatened“, 5 „vulnerable“, 3 „endangered“ und ein Taxon mit dem Status „critically endangered“ zugeordnet werden. Besonders die drei letzten Kategorien weisen darauf hin, dass Schutzmaßnahmen am Friedhof anfälligen Tiergruppen zu gute kommen würden. Dabei können jedoch auch Konflikte entstehen. So benötigt das kleine Ochsenauge (*Hyponephele Lycaon*) und der Rotleibige Grashüpfer (*Omocestus haemorrhoidalis*) offene, magere Lebensräume, der Bunte Grashüpfer (*Omocestus rufipes*) jedoch bewirtschaftete Wiesen (Zuna-Kratky et al. 2017). Diese Spannungsfelder sollten im Sinne der weiteren Pfleemaßnahmen miteinbezogen werden. Aufgrund der Tatsache, dass nährstoffarme Magerwiesen jedoch tendenziell die diverseren und selteneren sind, sollten Pflegetätigkeiten auf den Erhalt dieser abzielen.

5.5 Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität

Wie in den Abschnitten 5.1 und 5.2 dieser Forschungsarbeit gezeigt wurde, ist die Vielfalt der Strukturen einer der wesentlichen Grundpfeiler für hohe Artenvielfalt und -abundanz. Daher sollten alle Maßnahmen vermieden werden, die Strukturen wie die Böschungen der Nordwiese, natürliche Hecken oder alte Baumbestände reduzieren. Im Idealfall wäre es ratsam, zusätzliche Strukturen zu schaffen, um diese Vielfalt weiter zu erhöhen. Diese Maßnahmen sollten nicht nur der Biodiversität dienen, sondern auch den Friedhofsbesuchern



Abbildung 29 Parkanlage am Zentralfriedhof mit Wasserelement und Verweilmöglichkeiten unter Bäumen. Quelle: Friedhöfe Wien.

zugutekommen (Breuste 2019). Ein naturnah gestalteter Bachlauf durch den neu angelegten Waldfriedhof der Nordwiese könnte beispielsweise erheblich zur Attraktivität für Menschen beitragen und gleichzeitig als Wasserquelle oder Lebensraum für Vögel und Insekten fungieren. Zur Strukturenvielfalt gehört auch der unschätzbare Wert von Totholz als Lebensraum. Dieser kann durch gezielte Totholzecken oder durch das bewusste Stehenlassen absterbender alter Baumbestände geschaffen werden. Selbstverständlich sollten solche Maßnahmen unter der Aufsicht der Friedhofs-gärtnerie durchgeführt werden, um gefährliche Äste schrittweise zu entfernen und die Sicherheit der Besucher zu gewährleisten. Angesichts der niedrigsten Diversitätsindizes in den Biozönosen der Westwiese bieten sich Maßnahmen zur Aufwertung dieses Areals besonders an. Ein Fußweg könnte durch verschiedene natürliche Buschelemente geführt werden und einen spirituellen Lehrpfad am Friedhof darstellen, ähnlich dem „Park der Ruhe und Kraft“ am Zentralfriedhof Wien (siehe Abbildung 29).

Basierend auf den Begehungen und Forschungsergebnissen zeigt sich die große Bedeutung der Wiesenflächen innerhalb der nach ihnen benannten Gebiete Südwiese und Nordwiese. Gemäß den Daten von (Proske et al. 2022) wird als Pflegemaßnahme eine zweimalige Mahd, wobei die erste im Juli stattfinden sollte, empfohlen. Die Mähhöhe sollte hierbei 9cm nicht unterschreiten (Smith et al. 2015). Das lässt vielen Insekten im Frühjahr genug Zeit um sich zu adulten Tieren zu entwickeln und ihre Eier abzulegen oder Weiterzuziehen. Das führt noch dazu zu einer einheimischen Artenzusammensetzung innerhalb der Vegetation (Matteson und Langellotto 2011). Ebenfalls sollte auf den Einsatz von Pestiziden und Dünger bestmöglich verzichtet werden, um die Insektenvielfalt nicht zu gefährden und die artenreichen Magerrasen nicht durch zu viel Nährstoffeintrag zur Fettwiese umzuwandeln. Um letzteres zu verhindern, sollte das Material der Mahd ebenfalls abgetragen werden. Es empfiehlt sich außerdem einen höheren Übergangsstreifen an den natürlichen Hecken länger stehen zu lassen, um diese Lebensräume besser zu vernetzen und einen weiteren Lebensraum zu schaffen Blätter, die im Herbst von den Bäumen fallen, können einfach unter diese Hecken gekehrt werden. All diese Maßnahmen haben den Vorteil, dass sie eher durch dezentrale Eingriffe anstatt durch aufwendige Pflegetätigkeiten vonstattengehen. (Lahl und Zeschmar-Lahl 2014). Das bedeutet weniger finanzieller und personeller Aufwand für die Friedhofsleitung in Bezug auf die Landschaftspflege.

Werden diese Empfehlungen umgesetzt, könnte es in der Phase des Übergangs zu den neuen naturnahen Lebensräumen, entgegen der Forschungsergebnisse von Breuste (2022), möglicherweise dennoch zu emotionalen Reaktionen unter den Friedhofsbesuchern kommen. Um das

Bewusstsein bei der Bevölkerung einerseits für „wilde“ Ecken am Friedhof, andererseits für heimische Pflanzen, anstatt Neophyten zu schaffen, könnte die Ausarbeitung eines Umweltpädagogischen Konzeptes mit Informationstafeln an den wichtigsten Stellen am Friedhof Abhilfe schaffen. Diese könnten dann auch als Grundlage für didaktische Maßnahmen mit den vielen Schulen der Umgebung wie der Europaschule, der Bilingual Junior Highschool, oder der St. Christiana auch über Jahre ausgebaut werden. Haben sich die Menschen dann an den neuen, lebendigeren Friedhof gewöhnt, könnte dies eine Bereicherung für ihre psychische Gesundheit darstellen (Breuste 2019; Clark et al. 2014; Fuller et al. 2007).

6. Conclusio

Diese Forschungsarbeit wurde mit dem Ziel konzipiert und durchgeführt, um der mangelnden Datenlage zur Biodiversität im Stadtgebiet entgegenzuwirken und die Bedeutung des Friedhofs Wiener Neustadt für Tiere und Pflanzen genauer zu beleuchten. Als erste Untersuchung auf diesem Areal hatte sie nicht den Anspruch einer vollständigen Erhebung, sondern sollte vielmehr einen initialen, breit angelegten Überblick über die Lebensräume sowie die Fauna- und Flora-Elemente bieten.

Zusätzlich wurden die zwei Hypothesen aufgestellt: A) Areale mit vielfältigeren Strukturen weisen eine höhere pflanzliche und tierische Diversität aufweisen; und B) die pflanzliche und die tierische Diversität korrelieren positiv miteinander.

Im Verlauf dieser Arbeit wurde deutlich, dass sich die Artenzusammensetzung sowohl unter den untersuchten Vogelgebieten (siehe *Tabelle 5*; Abschnitt 5.1) als auch unter den nachgewiesenen Fauna- und Flora-Elementen der Biozönosen (*Abbildung 20*; Abschnitt 5.2) stark unterscheidet. Die Differenzen zwischen den Arealen wurden durch den überarbeiteten Beta-Diversitätsindex nach Simpson (1943) veranschaulicht. Bei den Vögeln (siehe *Tabelle 7*) reichte die Spanne von einer hohen Ähnlichkeit ($\beta_{sim} = 0,053$) zwischen SB und WB bis zu einer maximalen Unterschiedlichkeit ($\beta_{sim} = 0,296$) zwischen NB und Mitte. Diese Werte sind für eine mobile Gruppe wie Vögel auf solch kleinen Arealen durchaus aussagekräftig. Die Gebietsanalysen der Vogelareale stimmen mit Ergebnissen aus anderen Studien überein, (z.B. Evans et al. 2009, Muratet et al. 2008 und Shwartz et al. 2008), die zeigen, dass eine hohe strukturelle Vielfalt, insbesondere Baumbestände, die Artenvielfalt und Individuendichte bei Vögeln fördert.

Auch die Werte der Forschung innerhalb der drei Biozönosen zeigten deutliche Unterschiede zwischen den Gebieten auf. Der gesamte β_{sim} zwischen SB und NB sowie NB und WB betrug 0,706, wobei dieser ohne Berücksichtigung der Pflanzen abnahm, was auf größere Unterschiede in der Faunenzusammensetzung hinweist.

Es konnten drei positive Einflussgrößen identifiziert werden: strukturelle Vielfalt, hoher Baumbestand und naturnahe Vegetation. Demgegenüber wurden zwei negative Einflussfaktoren aufgezeigt: anthropogene Störungen sowie suboptimale Gehölzpfllege und Mahd.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde die Frage nach gefährdeten Arten gemäß der IUCN-Roten Liste untersucht. Dabei wurden 19 Taxa in der Kategorie „near threatened“, 5 in „vulnerable“, 3 in „endangered“ und eine Art, das kleine Ochsenauge (*Hyponephele lycaon*), in der

Kategorie „critically endangered“ identifiziert. Diese Liste zeigt, dass der Friedhof Wiener Neustadt bereits schon jetzt eine bedeutende Rolle als Refugium gefährdeter Arten spielt und entsprechenden Schutz sowie Aufmerksamkeit erfordert.

Die letzte Forschungsfrage konzentrierte sich auf Schutz- und Pflegemaßnahmen zur Erhaltung der vorhandenen Lebensräume und deren mögliche Optimierung für Tiere und Pflanzen. Dabei wurden Vorschläge zur Steigerung der strukturellen Vielfalt, zur Anpassung der Mahdfrequenz und Schnithöhe sowie zur Planung umweltpädagogischer Konzepte vorgestellt. Diese Empfehlungen stehen im Einklang mit den Handlungsempfehlungen für städtische Friedhöfe, wie sie in Wien bereits erfolgreich umgesetzt werden (Lahl und Zeschmar-Lahl 2014). Friedhöfe wie der Zentralfriedhof Wien bieten seit Jahren optimale Beispiele für die Vereinigung von Friedhofskultur und Naturschutzz Zielen durch ein durchdachtes ökologisches Konzept.

Abschließend möchte ich auf die beiden aufgestellten Hypothesen eingehen: Erstens, dass Areale mit vielfältigeren Strukturen eine höhere pflanzliche und tierische Diversität aufweisen, und zweitens, dass pflanzliche und tierische Diversität positiv miteinander korrelieren. Die Alphadiversitätsanalyse der drei Biozönosen Südiese, Nordiese und Westiese (siehe *Tabelle 9*) zeigt deutlich höhere Biodiversitätswerte und eine größere Artenvielfalt in den strukturreicheren Bereichen der Südiese und Nordiese im Vergleich zur strukturärmeren Westiese, was die erste Hypothese bestätigt. Die zweite Hypothese zur Korrelation von pflanzlicher und tierischer Diversität wurde durch eine Regressionsanalyse mit einem starken Korrelationskoeffizienten ($r=0,98$) ebenfalls bestätigt.

Weiterführende vielversprechende Forschungsgebiete könnten die Ausdehnung der Untersuchungen auf Populationsgrößen der untersuchten Organismen sein, um Grundlagen für die Populationsentwicklung zu schaffen (Beierkuhnlein 2007). Zusätzlich könnten gezielte Untersuchungen zu gefährdeten Arten oder zur Langzeitentwicklung nach der Umsetzung von Pflegemaßnahmen aufschlussreiche Daten zur Veränderung der Artenzusammensetzung liefern. Mehrere Studien haben gezeigt, dass ein besseres Verständnis und Wissen über Biodiversität die emotionale Verbundenheit der Menschen mit ihrer Umwelt stärkt und sich positiv auf die psychische Gesundheit auswirkt (Clark et al. 2014; Fuller et al. 2007; Pretty et al. 2005). Daher wären umweltpädagogische Konzepte für SchülerInnen und Erwachsene gleichermaßen ein sinnvoller nächster Schritt, um das Bewusstsein für Biodiversität und den ökologischen Wert des Areals zu fördern. Gleichzeitig kann der Friedhof als grüne Ausgleichsfläche gesehen werden, welcher dem oft ungleichen Zugang zu biologisch vielfältigen Lebensräumen in sozial schwächeren Vierteln (Strohbach et al. 2009) wie

dem umliegenden Flugfeld und der Josefstadt zu mehr Kontakt zu biologisch diversen Lebensräumen ermöglicht.

7. Literaturverzeichnis

- Baldia, Dolores; Baldia, Peter (2018): Schmetterlinge bestimmen. Online verfügbar unter <https://www.baldia.top/index.html>, zuletzt geprüft am 28.06.2024.
- Beierkuhnlein, Carl (2003): Der Begriff Biodiversität. In: Biodiversität und Landschaftsnutzung in Mitteleuropa. Stuttgart: Wiss. Verlagsgesellschaft, 2003.
- Beierkuhnlein, Carl (2007): Biogeographie. Die räumliche Organisation des Lebens in einer sich verändernden Welt ; 23 Tabellen. Stuttgart: Ulmer (UTB Biologie, Geowissenschaften, 8341).
- Bellmann, Heiko (2016a): Der Kosmos Spinnenführer. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1696294>.
- Bellmann, Heiko (2016b): Der Kosmos-Schmetterlingsführer. Schmetterlinge, Raupen und Nahrungsplanten. Unter Mitarbeit von Rainer Ulrich. [3. Auflage]. Stuttgart: Kosmos (Kosmos-Naturführer).
- Bellmann, Heiko (2018): Der KOSMOS Insektenführer. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1693864>.
- Bellmann, Heiko; Rutschmann, Florin; Roesti, Christian; Hochkirch, Axel (2019): Der Kosmos Heuschreckenführer. Neuauflage. Stuttgart: Kosmos.
- Beninde, Joscha; Veith, Michael; Hochkirch, Axel (2015): Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. In: *Ecology letters* 18 (6), S. 581–592. DOI: [10.1111/ele.12427](https://doi.org/10.1111/ele.12427).
- Berg, Hans-Martin; Zuna-Kratky, Thomas (1995): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs - Heuschrecken und Fangschrecken (Insecta-. Saltatoria, Mantode). 1. Aufl. Wien.
- Bieringer, Georg; Sauberer, Norbert (2001a): Der Naturraum Steinfeld (Stapfia, 0077: 9-28).
- Bieringer, Georg; Sauberer, Norbert (2001b): Ein kurzer Abriß der botanischen und zoologischen Forschung im Steinfeld. Hg. v. Stapfia.
- Breuste, Jürgen (2019): Die grüne Stadt. Stadtnatur als Ideal, Leistungsträger und Konzept für Stadtgestaltung. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Breuste, Jürgen (2022): Die wilde Stadt. Stadtwildnis als Ideal, Leistungsträger und Konzept für die Gestaltung von Stadtnatur. Berlin, Germany: Springer Spektrum (Lehrbuch).
- Brix, Friedrich, Plöchinger, Benno (1988): Geologische Karte Österreich. Erläuterungen zu Blatt 76 Wiener Neustadt. Hg. v. Geologische Bundesanstalt. Geologische Bundesanstalt. Wien.
- Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (2024): Austrian Map: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.
- Clark, Natalie E.; Lovell, Rebecca; Wheeler, Benedict W.; Higgins, Sahran L.; Depledge, Michael H.; Norris, Ken (2014): Biodiversity, cultural pathways, and human health: a framework. In: *Trends in ecology & evolution* 29 (4), S. 198–204. DOI: [10.1016/j.tree.2014.01.009](https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.01.009).
- Daniel Horvath (2023): Digitale Bodenkarte Österreichs (eBOD): Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald (BFW).

Dunn, Robert R.; Gavin, Michael C.; Sanchez, Monica C.; Solomon, Jennifer N. (2006): The pigeon paradox: dependence of global conservation on urban nature. In: *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* 20 (6), S. 1814–1816. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00533.x.

Eis, Rudolf (2001): Tagfalter und tagfliegende Nachtfalter am Südrand des militärischen Sperrgebietes Großmittel. Hg. v. Stämpfli (0077: 147-158).

European Commission (2011): Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. Hg. v. European Commission. European Commission. Brüssel. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0244&from=EN>, zuletzt geprüft am 24.05.2024.

Evans, Karl L.; Newson, Stuart E.; Gaston, Kevin J. (2009): Habitat influences on urban avian assemblages. In: *Ibis* 151 (1), S. 19–39. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2008.00898.x.

FAO Bodentypen Österreich (2024): Umweltbundesamt.

Feare, Christopher.; Craig, Adrian. (1999): Starlings and mynas. 1st ed. Princeton, N.J.: Princeton University Press (Helm identification guides). Online verfügbar unter <https://permalink.obvsg.at/>.

Filek, Thomas; Nagel, Doris (2021): Biodiversität am Friedhof. Online verfügbar unter <https://www.baf-austria.at/>.

Fischer, Jürgen; Steinlechner, Daniela; Zehm, Andreas; Poniatowski, Dominik; Fartmann, Thomas; Beckmann, Armin; Stettmer, Christian (2020): Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols. Bestimmen - Beobachten - Schützen. 2., korrigierte Auflage. Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag.

Fischer, Manfred A.; Oswald, Karl; Adler, Wolfgang (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. Bestimmungsbuch für alle in der Republik Österreich, im Fürstentum Liechtenstein und in der Autonomen Provinz Bozen/Südtirol (Italien) wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung / konzipiert und redigiert von Manfred A. Fischer. Bearbeitet von Manfred A. Fischer, Karl Oswald und Wolfgang Adler. Mit Beiträgen von Günter Gottschlich und 27 weiteren. Zeichnungen von Arndt Kästner. Herausgeber und Medieninhaber: Land Österreich, OÖ Landesmuseum, Museumsstraße 1, A-4040 Linz. Produktionsleitung: Martin Pfosser, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz. Unter Mitarbeit von Günter Gottschlich, Arndt Kästner und Martin Pfosser. 3., verbesserte Auflage der "Exkursionsflora von Österreich" (1994). Linz: OÖ Landesmuseum.

Fisher, R. A.; Corbet, A. Steven; Williams, C. B. (1943): The Relation Between the Number of Species and the Number of Individuals in a Random Sample of an Animal Population. In: *Journal of Animal Ecology* 12 (1), S. 42. DOI: 10.2307/1411.

Füchtbauer, Barbara; Schmidt, Markus; Rehklau, Werner (2021): Oasen für Pflanzen und Tiere Friedhöfe. Aktionsplan für Insektenschutz und mehr Artenvielfalt. Hg. v. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege.

Fuller, R. J.; Langslow, D. R. (1984): Estimating numbers of birds by point counts: how long should counts last? In: *Bird Study* 31 (3), S. 195–202. DOI: 10.1080/00063658409476841.

Fuller, Richard A.; Irvine, Katherine N.; Devine-Wright, Patrick; Warren, Philip H.; Gaston, Kevin J. (2007): Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. In: *Biology letters* 3 (4), S. 390–394. DOI: 10.1098/rsbl.2007.0149.

Gaston, Kevin J. (2009): Biodiversity. An Introduction. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons Ltd. Online verfügbar unter <http://gbv.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=470359>.

Geosphere Austria (2023): Frühling 2023: nass und trüb. Hg. v. Geosphere Austria. Bundesministerium für Bildung Wissenschaft Forschung. Online verfügbar unter <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/fruehling-2023-nass-und-trueb>.

Geosphere Austria (2024): Histaöp Langzeitklimarielen - Österreich Jahresbericht. Hg. v. Geosphere Austria. Bundesministerium für Bildung Wissenschaft Forschung. Online verfügbar unter https://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/klima/dok_news/dok_histalp/jahresbericht-2023/jahres-newsletter-2023.

Gerhartl, Gertrud (1978): Wiener Neustadt. Geschichte, Kunst, Kultur, Wirtschaft. Wien: Braumüller.

Gokcezade, J. F.; Gereben-Krenn, B.-A.; Neumayer, J.; Krenn, H. W. (2010): Abb. 25-36 in Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae).

Google Maps (2023): Satelitenaufnahme Stadtgebiet Wiener Neustadt.

Hough, Rupert Lloyd (2014): Biodiversity and human health: evidence for causality? In: *Biodivers Conserv* 23 (2), S. 267–288. DOI: 10.1007/s10531-013-0614-1.

Ibañez, Lucía; Palacio, Facundo X.; Maragliano, René E.; Montalti, Diego (2023): The presence of an invasive bird, the Common Starling, in an urban landscape: habitat use and relationships with other bird species. In: *J Ornithol* 164 (3), S. 537–546. DOI: 10.1007/s10336-023-02047-x.

IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Unter Mitarbeit von S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard et al.

IUCN: The IUCN red list of threatened species. Online verfügbar unter <https://www.iucnredlist.org/>, zuletzt geprüft am 01.07.2024.

IUCN (2012): IUCN Red List categories and criteria. 2. Auflage. Hg. v. Gland and Cambridge. IUCN Species Survival Commission (SSC).

Jarošík, Vojtěch; Konvička, Martin; Pyšek, Petr; Kadlec, Tomáš; Beneš, Jiří (2011): Conservation in a city: Do the same principles apply to different taxa? In: *Biological Conservation* 144 (1), S. 490–499. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.10.002.

Khil, Leander (2021): Handbuch Vögel beobachten. Ausrüstung und Technik, Vorbereitung und Praxis. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1845151>.

Klausnitzer, Bernhard; Stresemann, Erwin (Hg.) (2011): Stresemann - Exkursionsfauna von Deutschland, Band 2: Wirbellose: Insekten. 11. Aufl. 2011. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1571231>.

Klausnitzer, Bernhard; Stresemann, Erwin; Jungbluth, Jürgen H. (Hg.) (2019): Wirbellose (ohne Insekten). 9. überarb. und aktual. Aufl. Berlin: Springer Spektrum (Exkursionsfauna von Deutschland / begr. von Erwin Stresemann. Weitergeführt von Hans-Joachim Hannemann, Bernhard Klausnitzer und Konrad Sen-glaub, Band 1).

Kocian, L'Udovít; Némethová, Danka; Melicherová, Dana; Matušková, Adriana (2003): Breeding bird communities in three cemeteries in the City of Bratislava (Slovakia). In: *Folia zoologica (Brno)* (52(2)), S. 177–188.

Köhler, Günter (Hg.) (2022): Müller/Bährmann Bestimmung wirbelloser Tiere. Bildtafeln für zoologische Bestimmungsübungen und Exkursionen. Unter Mitarbeit von Lothar Jähnichen. 8. Aufl. 2022. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-2010715>.

Koleff, Patricia; Gaston, Kevin J.; Lennon, Jack J. (2003): Measuring beta diversity for presence–absence data. In: *Journal of Animal Ecology* 72 (3), S. 367–382. DOI: [10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x).

Kowarik, Ingo; Lippe, Moritz von der; Fischer, Leonie K. (2011): Das ökologische Erbe auf dem Friedhof in Weißensee. Naturschutz versus Denkmalpflege? In: *Jüdische Friedhöfe und Bestattungskultur in Europa*. DOI: [10.11588/ih.2011.0.20211](https://doi.org/10.11588/ih.2011.0.20211).

Küpper, Heinrich; Prodinger, W.; Woletz, G. (1954): Geologie und Grundwasservorkommen im südlichen Wiener Becken. Jahrbuch.

Lahl, Rebecca; Zeschmar-Lahl, Barbara (2014): Förderung der Biodiversität auf Friedhöfen. Sachstandsbericht 2014. Hg. v. Wiener Stadtwerke Holding AG. Wiener Stadtwerke Holding AG. Wien.

Lennon, Jack J.; Koleff, Patricia; GreenwooD, J. J. D.; Gaston, Kevin J. (2001): The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. In: *Journal of Animal Ecology* 70 (6), S. 966–979. DOI: [10.1046/j.0021-8790.2001.00563.x](https://doi.org/10.1046/j.0021-8790.2001.00563.x).

Löki, Viktor; Deák, Balázs; Lukács, András Balázs; Molnár V., Attila (2019): Biodiversity potential of burial places – a review on the flora and fauna of cemeteries and churchyards. In: *Global Ecology and Conservation* 18, e00614. DOI: [10.1016/j.gecco.2019.e00614](https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00614).

Matteson, Kevin C.; Langelotto, Gail A. (2011): Small scale additions of native plants fail to increase beneficial insect richness in urban gardens. In: *Insect Conservation and Diversity* 4 (2), S. 89–98. DOI: [10.1111/j.1752-4598.2010.00103.x](https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00103.x).

Muratet, Audrey; Porcher, E.; Devictor, V.; Arnal, G.; Moret, J.; Wright, S.; Machon, N. (2008): Evaluation of floristic diversity in urban areas as a basis for habitat management. In: *Applied Vegetation Science* 11 (4), S. 451–460. DOI: [10.3170/2008-7-18530](https://doi.org/10.3170/2008-7-18530).

Paar, Monika (2000): Vegetationskundliche Erfassung von Trockenrasen und Flußbettgesellschaften der Schwarza und der Leitha im südlichen Wiener Becken. Diplomarbeit. Universität Wien, Wien. Online verfügbar unter <https://ubdata.univie.ac.at/AC03113522>.

Paar, Monika; Tiefenbach, Maria; Winkler, Ingrid (1994): Trockenrasen in Österreich. Bestandsaufnahme und Gefährdung. Wien (Reports / Umweltbundesamt, UBA 94 107).

Petrischak, Hannes (2021): Welche Wildbiene ist das? Einfach erkennen und bestimmen, Extra: Anleitung für Nisthilfen. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1826601>.

Pretty, Jules; Peacock, Jo; Sellens, Martin; Griffin, Murray (2005): The mental and physical health outcomes of green exercise. In: *International journal of environmental health research* 15 (5), S. 319–337. DOI: [10.1080/09603120500155963](https://doi.org/10.1080/09603120500155963).

Proske, Anja; Lokatis, Sophie; Rolff, Jens (2022): Impact of Mowing Frequency on Arthropod Abundance and Diversity in Urban Habitats. S.I.: SSRN.

Rüdisser, Johannes; Barkmann, Friederike; Goueset, Valerian; Tappeiner, Ulrike; Huemer, Peter (2024): Viel-Falter Insekten-Monitoring: Schmetterlinge. (2022-2026). Hg. v. Universität Innsbruck, Institut für Ökologie. Universität Innsbruck, Institut für Ökologie.

Rull, Valentí (2022): Biodiversity crisis or sixth mass extinction?: Does the current anthropogenic biodiversity crisis really qualify as a mass extinction?: Does the current anthropogenic biodiversity crisis really qualify as a mass extinction? In: *EMBO reports* 23 (1), e54193. DOI: 10.15252/embr.202154193.

Salcher, Bernhard (2008): Sedimentology and modelling of the Mitterndorf Basin. Dissertation. Universität Wien, Wien. Geologisches Institut.

Sauberer, Norbert (2001): Beiträge zur Biodiversität und Ökologie einer österreichischen Landschaft : das Steinfeld bei Wiener Neustadt. Dissertation. Universität Wien, Wien. Lebenswissenschaften. Online verfügbar unter <https://ubdata.univie.ac.at/AC03335182>.

Schaefer, Matthias (2010): Brohmer - Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. 23., durchges. Aufl. Wiebelsheim: Quelle & Meyer (Quelle & Meyer Bestimmungsbücher).

Schuster, Ralf; Daurer, Albert; Krenmayr, Hans Georg; Linner, Manfred; Mandl, Gerhard W.; Pestal, Gerhard et al. (2019): Rocky Austria. Geologie von Österreich - kurz und bunt. 5. verbesserte Auflage. Wien: Geologische Bundesanstalt. Online verfügbar unter <http://media.obvsg.at/AC15423625-4001>.

Shwartz, Assaf; Muratet, Audrey; Simon, Laurent; Julliard, Romain (2013): Local and management variables outweigh landscape effects in enhancing the diversity of different taxa in a big metropolis. In: *Biological Conservation* 157, S. 285–292. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.09.009.

Shwartz, Assaf; Shirley, Susan; Kark, Salit (2008): How do habitat variability and management regime shape the spatial heterogeneity of birds within a large Mediterranean urban park? In: *Landscape and Urban Planning* 84 (3-4), S. 219–229. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.08.003.

Simpson, G. G. (1943): Mammals and the nature of continents. In: *American Journal of Science* 241 (1), S. 1–31. DOI: 10.2475/ajs.241.1.1.

Smith, Lionel S.; Broyles, Moth E. J.; Larzleer, Helen K.; Fellowes, Mark D. E. (2015): Adding ecological value to the urban lawnscape. Insect abundance and diversity in grass-free lawns. In: *Biodivers Conserv* 24 (1), S. 47–62. DOI: 10.1007/s10531-014-0788-1.

Spohn, Margot; Golte-Bechtle, Marianne; Spohn, Roland (2021): Was blüht denn da - Original. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1855539>.

Stadtarchiv Wiener Neustadt (Hg.): Wiener Neustadt - Geschichte einer mehr als 800 Jahre alten Stadt. Stadtarchiv Wiener Neustadt. Online verfügbar unter <https://www.wiener-neustadt.at/de/stadt/ge-schichte>.

Strohbach, Michael W.; Haase, Dagmar; Kabisch, Nadja (2009): Birds and the City: Urban Biodiversity, Land Use, and Socioeconomics. In: *E&S* 14 (2). DOI: 10.5751/ES-03141-140231.

Svensson, Lars (2021): Der Kosmos Vogelführer. Alle Arten Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Unter Mitarbeit von Killian Mullarney und Dan Zetterström. 2. Auflage, aktualisierte Ausgabe 2021. Stuttgart: Kosmos (Kosmos-Naturführer).

Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011 (2011). Wien: Österreichische Bodenkundliche Ges (Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, 79).

U.S. Department of Commerce (2023): JetStream Max: Addition Köppen-Geiger Climate Subdivisions. Hg. v. National Oceanic and Atmospheric Administration. U.S. Department of Commerce.

Umweltbundesamt: Rote Listen Tiergruppen. Hg. v. Umweltbundesamt Gesellschaft mit beschränkter Haftung. Umweltbundesamt Gesellschaft mit beschränkter Haftung. Wien. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/naturschutz/rotelisten/rote-listen-tiergruppen>, zuletzt geprüft am 28.06.2024.

Umweltbundesamt (1989): Biotoperhebung Truppenübungsplatz Grossmittel. Dokumentation des Zustandes und Diskussion über Entwicklungsmöglichkeiten der naturräumlichen Ausstattung eines militärischen Sperrgebiets. Wien: Umweltbundesamt (Monographien. Umweltbundesamt. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. Österreich, 10).

Walter, Heinrich; Breckle, Siegmar-Walter (1991): Ökologische Grundlagen in globaler Sicht. 2. bearb. Aufl. Stuttgart: Fischer (UTB für Wissenschaft Große Reihe, 1).

Whittaker, R. H. (1960): Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. In: *Ecological Monographs* 30 (3), S. 279–338. DOI: 10.2307/1943563.

Whittaker, R. H. (1972): EVOLUTION AND MEASUREMENT OF SPECIES DIVERSITY. In: *TAXON* 21 (2-3), S. 213–251. DOI: 10.2307/1218190.

Whittaker, Robert (Hg.) (1975): Niche. Theory and application. Stroudsburg, Pa., New York: Dowden Hutchinson & Ross; Halsted Pr (A Benchmark books series, 3).

Whittaker, Robert J.; Willis, Katherine J.; Field, Richard (2001): Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. In: *Journal of Biogeography* 28 (4), S. 453–470. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x.

Wittig, Rüdiger; Niekisch, Manfred (2014): Biodiversität. Grundlagen, Gefährdung, Schutz. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. Online verfügbar unter http://cm1.abcatalog.net/center/cm_cm.php?v3156=1609422811&v8312=lehmanns.de&flash=1&v7376=9783642546938.

Zulka, Klaus Peter; Wallner, Ruth (Gesamtred.) (2005): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs : Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. 1, Säugetiere, Vögel, Heuschrecken, Wasserkäfer, Netzflügler, Schnabelfliegen, Tagfalter. Unter Mitarbeit von Klaus Peter Zulka. Wien: Böhlau (Grüne Reihe des Lebensministeriums, Band 14/1).

Zulka, Klaus Peter; Wallner, Ruth (Gesamtred.) (2007): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs : Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. 2, Kriechtiere, Lurche, Fische, Nachtfalter, Weichtiere. Unter Mitarbeit von Klaus Peter Zulka. Wien: Böhlau (Grüne Reihe des Lebensministeriums, Band 14/2).

Zulka, Klaus Peter; Wallner, Ruth (Gesamtred.) (2009): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs : Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. 3, Flusskrebse, Köcherfliegen, Skorpione, Weberknechte, Zikaden. Unter Mitarbeit von Klaus Peter Zulka. Wien: Böhlau Wien (Grüne Reihe des Lebensministeriums, Band 14/3).

Zuna-Kratky, Thomas; Landmann, Armin; Illich, Ingeborg P. (2017): Die Heuschrecken Österreichs. Linz: Oberösterreichisches Landesmuseum Linz (Kataloge des Oberösterreichischen Landesmuseums, N.S., 184).

8. Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1 Schutzkategorien der IUCN roten Liste. Quelle: IUCN red list and criteria 2012: 5 | 6 |
| Abbildung 2 Grenze der Bodentypen am Friedhof Wiener Neustadt. Pararendzina (Helblau) und Tschernosem (rosa). Friedhofsareal rot umrandet. Quelle: Cadenza Web; umweltbundesamt.at. | 12 |
| Abbildung 3 Klimadiagramme von Payerbach, Mariazell, Wiener Neustadt, Eisenstadt. Quelle: Mühr 2023..... | 14 |
| Abbildung 4 Lage des Friedhofs in Wiener Neustadt (rot) Quelle: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 2024..... | 17 |
| Abbildung 5 Satellitenaufnahme des Friedhofsareals. Gut erkennbar die Grünareale im Norden (Nordwiese), Westen (Westwiese), und Osten (Südwiese). Der Walther-von-der-Vogelweide Park liegt im Süden. Quelle: Google Maps 2023 | 18 |
| Abbildung 6 Vogelareale am Friedhof Wr. Neustadt. Karte adaptiert von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2023. | 19 |
| Abbildung 7 Biozönotische Erhebungsgebiete am Friedhof Wr. Neustadt. Quelle: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2023. | 20 |
| Abbildung 8 Biozönotische Erhebungsgebiete am Friedhof Wr. Neustadt. Satellitenaufnahme mit eingefärbten Arealen. Karte adaptiert von Google Maps 2023..... | 20 |
| Abbildung 9 Avifaunistische Artenvielfalt nach Artenzahl und Gebiet..... | 29 |
| Abbildung 10 Verteilung der gefundenen Vogelordnungen am Friedhof Wr. Neustadt nach Arealen | 31 |
| Abbildung 11 Verteilung der Vogelfamilien nach Arealen. Zur besseren Übersicht wurde die Beschriftung der Familien die <5% ausmachten aus den Diagrammen entfernt und stattdessen in der Legende aufgelistet..... | 32 |
| Abbildung 12 Übersicht über die Beobachtungen aller Vögel nach Saisonen und Anzahl der Beobachtungen am Friedhof Wr. Neustadt. Aufgrund der hohen Artenzahl überschneiden sich Linien zum Teil vollständig. | 34 |
| Abbildung 13 Beobachtungen von Jahresvögeln mit einem Schwerpunkt der Vorkommen in den Monaten Jänner bis März. | 34 |
| Abbildung 14 Beobachtungen von Jahresvögeln mit einem Schwerpunkt der Vorkommen in den Monaten April bis Juni. | 35 |
| Abbildung 15 Darstellung der durchschnittlichen Individuenzahl pro Sichtung über die gesamte vogelkundliche Erhebungsperiode (März 2023 bis April 2024) am Friedhof Wr. Neustadt..... | 36 |
| Abbildung 16 Auswertung der Analyse des Zusammenhangs zwischen Temperatur und Individuenzahl (links) und Windstärke und Individuenzahl (rechts). | 36 |
| Abbildung 17 Diversität der Biozönosen nach Klasse am Friedhof Wr. Neustadt..... | 40 |
| Abbildung 18 Regressionsanalyse der tierischen und pflanzlichen Diversität der Biozönosen am Friedhof Wr. Neustadt | 40 |
| Abbildung 19 Verteilung der Ordnungen über alle Biozönosen (Nordwiese, Westwiese, Südwiese) am Friedhof Wr. Neustadt..... | 41 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 20 Verteilung der Ordnungen der Magnoliopsida und Insekta in den verschiedenen Arealen am Friedhof Wr. Neustadt. Die Y-Achse zeigt den prozentualen Anteil der Ordnungen an den Gesamtfindungen des Areals. | 43 |
| Abbildung 21 Verteilung aller Taxa über die Biozönosen inklusive Überschneidungen von Arten zwischen den Arealen. | 45 |
| Abbildung 22 Zusammensetzung der Klassen innerhalb der gesamten Gamme-Diversität des Friedhofs Wr. Neustadt. Im Kreisdiagramm wurden alle Klassen die weniger als 5% der gesamten Diversität ausgemacht haben unter „Rest“ zusammengefasst. Das Balkendiagramm zeigt die Aufschlüsselung der Artenzahlen nach Klasse..... | 50 |
| Abbildung 23 Zusammensetzung der Insektenordnungen innerhalb der gesamten Gamma-Diversität des Friedhofs..... | 51 |
| Abbildung 24 Zusammensetzung der Insektenfamilien innerhalb der gesamten Gamma-Diversität des Friedhofs Wr. Neustadt. | 51 |
| Abbildung 25 Neu gepflanzter Waldfriedhof im Gebiet Nordwiese. Quelle: Pluskovich 2024. | 53 |
| Abbildung 26 Teile der Südwestwiese mit Hecke. Quelle: Pluskovich 2023. | 53 |
| Abbildung 27 Arteinreiche Böschung der Nordwiese nach frischer Mahd der Wiese. Quelle: Pluskovich 2023. | 56 |
| Abbildung 28 Westwiese mit Teilen der Vegetation angrenzend zur B17. Quelle: Pluskovich 2023..... | 56 |
| Abbildung 29 Parkanlage am Zentralfriedhof mit Wasserelement und Verweilmöglichkeiten unter Bäumen. Quelle: Friedhöfe Wien. | 63 |

9. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1 Auflistung der wichtigsten Bodenparameter der Bodentypen am Friedhof Wr. Neustadt..... | 13 |
| Tabelle 2 Forschungsperiode (März 2023 - April 2024). Wochen in denen Begehungen stattgefunden haben in Grün und Wochen ohne in Grau..... | 16 |
| Tabelle 3 Begehungsperioden und Dauer der Insektenforschung am Friedhof Wr. Neustadt..... | 23 |
| Tabelle 4 Verwendete Bestimmungsliteratur. | 25 |
| Tabelle 5 Fisher's Alpha und Artenvielfalt der Vögel vom Friedhof Wr. Neustadt. | 29 |
| Tabelle 6 Die fünf am häufigsten gesichteten Vögel am Friedhof Wr. Neustadt. | 33 |
| Tabelle 7 Beta-Diversitätswerte der Vögel zwischen den Erhebungsarealen am Friedhof Wr. Neustadt. | 38 |
| Tabelle 8 Einzigartige Vogelarten pro Erhebungsareal am Friedhof Wr. Neustadt. | 38 |
| Tabelle 9 Alpha-Diversität der Biozönosen (Shannon; Gesamt; nach Klassen) am Friedhof Wr. Neustadt. | 39 |
| Tabelle 10 Beta-Diversitätsindizes der Biozönosen am Friedhof Wr. Neustadt (Gesamt und exklusive Pflanzen)..... | 44 |
| Tabelle 11 Faunistische Gamme-Diversität am Friedhof Wr. Neustadt. | 47 |
| Tabelle 12 Floristische Gamma-Diversität am Friedhof Wr. Neustadt. | 48 |
| Tabelle 13 Gefundene faunistische Taxa nach IUCN-Schutzkategorie. Aufteilung der Schmetterlinge in die nicht systematisch anerkannten Gruppen Tagfalter und Nachtfalter aufgrund derselben Aufteilung in den roten Listen Österreichs. | 62 |
| Tabelle 14 Gefundene floristische Taxa nach IUCN-Schutzkategorie. | 63 |

Appendix A (Zeitaufzeichnung)

Hier befindet sich die gesamte Zeitaufzeichnung der am Friedhof verbachten Forschungszeit nach Datum, Uhrzeit, und Forschungsdauer.

| Datum | Zeitraum | Forschungszeit | Datum | Zeitraum | Forschungszeit |
|-------------------|-------------|----------------|------------|-------------|----------------|
| 30.01.2023 | 08:00-10:00 | 2 | 03.08.2023 | 18:00-20:30 | 2,5 |
| 12.03.2023 | 14:00-15:30 | 1,5 | 13.08.2023 | 18:30-20:00 | 1,5 |
| 20.03.2023 | 14:00-16:00 | 2 | 18.08.2023 | 10:15-11:45 | 1,5 |
| 23.03.2023 | 12:30-14:30 | 2 | 27.08.2023 | 07:30-09:00 | 1,5 |
| 24.03.2023 | 07:20-08:50 | 1,5 | 31.08.2023 | 15:00-18:00 | 3 |
| 30.03.2023 | 08:30-10:30 | 2 | 01.09.2023 | 12:00-15:00 | 3 |
| 06.04.2023 | 07:30-09:30 | 2 | 03.09.2023 | 08:00-11:00 | 3 |
| 11.04.2023 | 06:15-08:15 | 2 | 06.09.2023 | 13:30-17:00 | 3,5 |
| 19.04.2023 | 15:50-17:20 | 1,5 | 07.09.2023 | 14:00-17:00 | 3 |
| 27.04.2023 | 13:45-15:15 | 1,5 | 19.09.2023 | 08:00-10:00 | 2 |
| 07.05.2023 | 10:00-12:00 | 2 | 30.09.2023 | 11:00-12:30 | 1,5 |
| 12.05.2023 | 18:45-19:45 | 1 | 03.10.2023 | 10:00-15:00 | 5 |
| 19.05.2023 | 09:00-10:30 | 1,5 | 19.10.2023 | 16:30-18:30 | 2 |
| 25.05.2023 | 08:45-10:45 | 2 | 28.10.2023 | 12:00-14:00 | 2 |
| 01.06.2023 | 07:45-14:45 | 7 | 16.11.2023 | 08:00-09:30 | 1,5 |
| 07.06.2023 | 16:00-17:30 | 1,5 | 03.12.2023 | 10:00-11:00 | 1 |
| 15.06.2023 | 08:30-10:30 | 2 | 18.12.2023 | 08:30-10:00 | 1,5 |
| 20.06.2023 | 09:30-12:00 | 2,5 | 17.01.2024 | 14:00-15:30 | 1,5 |
| 22.06.2023 | 08:30-13:30 | 5 | 30.01.2024 | 08:00-10:00 | 2 |
| 02.07.2023 | 17:30-18:30 | 1 | 14.02.2024 | 09:00-10:30 | 1,5 |
| 07.07.2023 | 18:30-20:00 | 1,5 | 01.03.2024 | 08:00-09:30 | 1,5 |
| 11.07.2023 | 18:45-21:45 | 3 | 10.03.2024 | 09:45-11:45 | 2 |
| 15.07.2023 | 16:30-19:30 | 3 | 20.03.2024 | 07:45-09:15 | 1,5 |
| 16.07.2023 | 07:45-10:45 | 3 | 25.03.2024 | 08:00-10:00 | 2 |
| 30.07.2023 | 17:45-19:45 | 2 | 05.04.2024 | 14:30-16:30 | 2 |
| 03.08.2023 | 08:00-10:30 | 2,5 | 14.04.2024 | 09:00-11:30 | 2,5 |
| Summe: 114 | | | | | |