

BeEcoVie: Initialstudie zur bienenökologischen Raumplanung in Wien

Endbericht



Abbildung: Honigbiene (*Apis mellifera*) und gewöhnliche Furchenbienen (*Halictus simplex*) beim gemeinsamen Blütenbesuch auf der Wegdistel (*Carduus acanthoides*).

Einreichende Institution: BOKU University
Institut für Zoologie
Gregor-Mendel-Straße 33
1180 Wien

Projektleitung: DI Dr.ⁱⁿ Sophie Kratschmer

Wissenschaftl. Mitarbeiterin: Dr.ⁱⁿ Julia Lanner

Verfasst von: Sophie Kratschmer & Julia Lanner



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Forschungsfragen	3
3	Material und Methoden	3
3.1	Datensammlung Wildbienen	3
3.2	Datensammlung Honigbienen	4
3.3	Auswertung und Modellierungen	6
4	Ergebnisse	7
4.1	Wiener Wildbienenhotspots und wenig untersuchte Gebiete	7
4.2	Gebiete mit hohen Honigbienendichten	8
4.3	Schutzgebiete und ihre Bienendichte	10
4.4	Konkurrenz sensible Gebiete durch ähnliche ökologische Eigenschaften	14
5	Diskussion der Ergebnisse	19
5.1	Wildbienen-Hotspots und weiße Flecken	19
5.2	Akkumulierungen von Honigbienen im Wiener Stadtgebiet	19
5.3	Schutzgebiete und Bienendichte	22
5.4	Konkurrenz sensible Gebiete und Arten	22
5.1	Städtische Bienen-Lebensraumbewertung und Maßnahmen zur Habitatverbesserung	23
5.2	Anregungen von Wiener Imker:innen	26
5.3	Einschätzungen seitens Wiener Wildbienenexpert:innen	27
6	Zusammenfassung und Ausblick	28
7	Durchgeführte Dissemination	30
8	Danksagung	30
9	Literaturquellen	30

1 Einleitung

Die durch Insekten erbrachte Bestäubungsleistung gilt als Schlüsselpunkt einer funktionalen Biodiversität (Fontaine et al., 2005). Bestäuber sind nicht nur für die Vielfalt an Pflanzen und Tieren essenziell, sondern auch für die menschliche Ernährungssicherheit (Klein et al., 2007; Kremen, 2018). Weltweit werden ca. 87,5% der bekannten Pflanzenarten von Tieren bestäubt (IPBES, 2016). Dabei zählen Bienen aufgrund ihrer engen Beziehung zu ihren Wirtspflanzen und der obligaten Ernährung mit Pollen und Nektar zu den wichtigsten Bestäuberinsekten (Scheuchl & Willner, 2016). Neben der domestizierten und landwirtschaftlich genutzten Honigbiene (*Apis mellifera* L., 1785) gibt es weltweit ca. 20.000 Wildbienenarten (Michener, 2007). Wildbienen stehen der Honigbiene in der Bestäubungsleistung in nichts nach, denn die Bestäubungseffizienz von Wildbienen und der Honigbiene unterscheidet sich für unterschiedliche Nutz- und Wildpflanzen (Klein et al., 2007) und wird in der Literatur als komplementär bzw. sogar effizienter eingeschätzt (Brittain et al., 2013; Isaacs et al., 2017).

Allerdings stehen Wildbienen durch Landnutzungswandel, zunehmender Urbanisierung und der Degradierung von Lebensräumen Bedrohungen gegenüber, die einerseits die Diversität und andererseits die Populationsgrößen schrumpfen lassen (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019a). Laut einer Studie von Kratschmer et al., (2021) sind bereits 33 Arten in Österreich ausgestorben und viele mehr stehen knapp vor dem endgültigen Verschwinden.

Während die Wildbienenbestände zurück gehen, erfreut sich die Imkerei im urbanen Umfeld großer Beliebtheit (Baldock, 2020; "EU Beekeeping Sector -National Apiculture Programmes 2020-2022," 2022; Weissmann et al., 2021). Die imkerliche Fürsorge (z.B. veterinärmedizinische Eingriffe, Zufütterung, Wanderimkerei zu blütenreichen Standorten) verbessert die Überlebensfähigkeiten der Völker der Honigbiene. Honigbienen können in hoher Abundanz auftreten, sie sind über die gesamte Vegetationsperiode hinweg aktiv und sammeln an nektar- und pollenreichen Blütenpflanzen, was sie zu konkurrenzstarken Bestäubern macht (Tautz, 2012). Während die Verfügbarkeit von Massentrachten (z.B. blühende Bäume im städtischen Gebiet) im Hochsommer in Mitteleuropa deutlich abnimmt, sind Honigbienenvölker zu dieser Jahreszeit am Individuen-stärksten (Magrach et al., 2017). Bei hohen Honigbierendichten und einem gleichzeitig reduzierten Blütenangebot kann es zu einer Nahrungsverknappung kommen (Casanelles-Abella & Moretti, 2022). Diese Situation kann, zumindest lokal und kurzfristig, zu einer Nahrungskonkurrenz zwischen der Honigbiene und anderen bestäubenden Insekten führen (Henry & Rodet, 2018a).

Der Konkurrenzdruck wirkt sich auf Wildbienenarten unterschiedlich aus und ist eng mit den ökologischen Eigenschaften der jeweiligen Art verknüpft. Studien zeigten, dass es bei

ähnlichen ökologischen Eigenschaften von Wildbienenarten und der Honigbiene, wie z.B. ähnliche Rüssellängen (lat. Proboscis), polylektisches Pollensammelverhalten und vergleichbare Körpergrößen, zu einer Überlappung der Nahrungsressourcen und zu einem potenziellen höherem Konkurrenzdruck kommen kann (Cappellari et al., 2022; Demeter et al., 2021). Eine solche Nahrungskonkurrenz durch steigende Honigbienenendichten wurde, zum Beispiel durch Ropars et al. (2019), in Paris dokumentiert.

Gemeinhin weisen städtische Gebiete eine hohe Pflanzendiversität auf (Aronson et al., 2017; Fox et al., 2022) und bieten für Wildbienen und andere Bestäuber wichtige Rückzugsorte in den ansonsten intensiv-genutzten, landwirtschaftlich geprägten Landschaften Mitteleuropas (Baldock et al., 2015; Lanner et al., 2020; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019b). In der Stadt finden Wildbienen den Struktureichtum, den oberirdisch nistende Arten benötigen. Thermophile Arten profitieren von den innerstädtischen ‚urban heat islands‘ und das Blütenangebot in Parks, auf Dächern und Alleen vermag eine hohe Diversität an Arten zu anzulocken (Sirohi et al. 2022; Aronson et al., 2017; Banaszak-Cibicka, 2014; Fortel et al., 2014).

Aufgrund wachsender Besorgnis betreffend die aktuelle Lage der Bestäubungsinsekten und zunehmenden Anzahl an Studien einer Nahrungskonkurrenz zwischen Honigbienen und Wildbienen, wird der Ruf nach situationsangepassten Schutzstrategien für Wildbienen und Regularien für imkerliche Tätigkeiten zunehmend lauter (Geldmann & González-Varo, 2018; Kleijn et al., 2018). Die Besorgnis über eine Nahrungskonkurrenz aufgrund hoher Honigbienenendichten trifft vor allem auf Schutzgebiete zu, auch jene innerhalb Stadtgrenzen. Torné-Noguera et al. (2016) schlussfolgern aufgrund ihrer Studie in einem mediterranen Naturpark, dass eine Dichte an Honigbienen von über 3,5 Völker pro km² sich nachteilig auf Wildbienengemeinschaften auswirkt. Steffan-Dewenter und Tschardt (2000) kamen zu dem Schluss, dass die Honigbienen Völkeranzahl über 3,1 pro km² in Schutzgebieten nicht übersteigen soll, um Wildbienen vor einer Nahrungskonkurrenz zu bewahren.

Wien kommt dabei eine besondere Schutzverantwortung zu: Zum einen stehen ca. 40,5 % (167,89km²) der Gesamtfläche Wiens unter Schutz, rechtlich verankert durch unterschiedliche naturräumliche Schutzgebietstypen (Stadt Wien, Vienna GIS, 2017). Zum anderen gilt die Bundeshauptstadt Österreichs mit rund 492 nachgewiesenen Wildbienenarten als mitteleuropäischer apidologischer Hotspot. Mehr als die Hälfte der 756 österreichischen Arten wurden in Wien dokumentiert (Wiesbauer, 2020a; Zettel et al., 2022a). Dazu kommen, laut offiziellen Angaben der Stadt Wien, ca. 5.000 Honigbienenenvölker (Magistrat der Stadt Wien, 2019).

2 Forschungsfragen

Basierend auf einer Anfrage der MA22 an den Österreichischen Wildbienenrat (ÖWBR) im Jahr 2021 wurde die aktuelle Studie mit Oktober 2023 initiiert. Anfänglich bezog sich die Anfrage auf eine Einschätzung, wie in naher Zukunft mit imkerlichen Tätigkeiten in Wiener Landschaftsschutzgebieten umgegangen werden soll und wurde im Zuge des Projektes „BeEcoVie“ auf folgende Fragen ausgeweitet:

1. Wo gibt es in Wien Wildbienen-Hotspots? Hotspots definierten wir einerseits basierend auf dem vorzufindenden Artenreichtum („species richness“) und andererseits anhand der Anzahl seltener Arten.
2. Wie verteilen sich in Wien die Honigbienenstände, welche durch die Imker:innen gemeldet wurden? Decken sich die ermittelten Wildbienen-Hotspots mit hohen Honigbienenendichten?
3. Welchen Einfluss haben Schutzgebietstypen auf Wildbienen-Hotspots in Wien? Und gibt es Schutzgebiete in Wien mit mehr als der von der Literatur empfohlenen Höchstanzahl von 3,5 Honigbienen Völkern pro 1km²?
4. Welche Gebiete sind aufgrund der Ressourcenüberlappungen zwischen Wildbienengemeinschaften und der Honigbiene besonders sensibel hinsichtlich eines erhöhten Konkurrenzdrucks?
5. Wo ist eine Verbesserung der Habitatqualität, speziell des Futterangebotes, im Sinne einer effektiven bienenökologischen Raumplanung ratsam?

3 Material und Methoden

3.1 Datensammlung Wildbienen

Zunächst wurde eine Wiener Wildbienen-Datenbank angelegt, welche 12.692 Datenpunkte von 462 Arten zählt. Die Wiener Wildbienen-Datenbank setzt sich zusammen aus:

1) Publizierten Funden aus der Literatur. Insgesamt wurden 70 rezente Quellen für die Wildbienen-Datenbank verwendet (Anhang A: Tab. 1). Nachweise von Wildbienen wurden ab 1990, mit Angabe des Fundjahres und mit einer max. Unschärfe der Koordinaten von 500m in die Datenbank aufgenommen (Abb. 1). Publierte Funde mit Fundortsangaben, allerdings ohne Angabe exakter Koordinaten (z.B. Zettel et al., 2022b, 2013), wurden zum Fundortszentrum georeferenziert. Dies betrifft 1.986 Datenpunkte.

2) Auszug der lokalen Datenbank des Naturhistorischen Museum Wien, 2. Zoologie, Abteilung Entomologie und der Universität für Bodenkultur, kuratiert am Institut für integrative Naturschutzforschung. Die institutionell zur Verfügung gestellten Daten wurden Großteils

bereits publiziert (siehe Punkt 1), einige besonders häufige Arten wurden allerdings bei den spezifischen Projekten nicht mitpubliziert und sind im aktuellen Projekt zur Analyse mitenthalten (Abb. 1).

3) Beobachtungen aus Citizen Science Initiativen. Zufallsfunde aus der Bevölkerung wurden von der nationalen www.naturbeobachtung.at bzw. der internationalen Plattform www.inaturalist.org und dem Projekt www.beeradar.at verwendet. Diese Daten wurden entweder redaktionell (naturbeobachtung.at und beeradar.at) bzw. durch die Plattform-user („research grade“ bei inaturalist.org) und vor Einspeisung in die Wiener-Wildbienen-datenbank hinsichtlich der Qualität überprüft. Diese Daten unterscheiden sich von den gezielten Aufsammlungen aus Projekten (Literatur und institutionellen Datenbanken) durch ihren Flächenbezug und den Arten selbst. Während sich einzelne wissenschaftliche Projekte auf bestimmte Orte (z.B. Naturschutzgebiet Lainzertiergarten - Zettel et al., 2017; Nationalpark Lobau - Ockermüller et al., 2020) bezogen, stammen Citizen Science Daten oftmals von Privatanlagen und sind über ganz Wien verteilt. Die Artenzusammensetzung aus Citizen Science Daten besteht fast ausschließlich aus häufigen Arten, welche anhand von Bildern bestimmbar sind (Abb. 1).

Für jede Art wurden die folgenden ökologischen Eigenschaften herangezogen (Literaturquellen in Anhang A: Tab. 2): taxonomische Familie, Phänologie (Frühjahr, Sommer, Herbst, ganzjährig), Anzahl an Generationen im Jahr, Körpergröße (klein, mittel, groß), Sozialität (solitär, eusozial, parasitisch), Nisttyp (epigäisch, endogäisch), Seltenheit des Vorkommens (selten, mäßig häufig, häufig), Intertegular Distanz (ITD), Proboscislänge, Flugreichweite zur Nahrungssuche und Pollenselektivität (oligolektisch, polylektisch, parasitisch). Die letzten vier ökologischen Eigenschaften gelten, zusammen mit der taxonomischen Familie, als Blütenbesuchsmerkmale und wurden für die Ähnlichkeitsanalyse verwendet (Cappellari et al., 2022). Die Körpergrößenkategorien (klein, mittel, groß) ergaben sich jeweils aus den Dritteln der Gesamtstreuung der Körpergrößen pro Art in mm (unterste Drittel = klein usw.). Die Proboscislänge und der Aktivitätsradius zur Nahrungssuche wurden mittels Daten der ITD (teilweise aus Literatur und Datenbanken, einige neu vermessen, Anhang A, Tab. 2) berechnet (Kendall et al., 2018, 2019).

3.2 Datensammlung Honigbienen

Informationen zu den Standorten von Honigbienenstöcken sammelt das Verbrauchergesundheitsinformationssystem (VIS; <https://vis.statistik.at/vis/bienen/meldepflichten>). Dort geben Imker:innen selbstständig zweimal jährlich ihre Standorte inkl. Koordinaten bekannt. Für das Jahr 2023 liegen 1.261 Standorte von Honigbienenständen in Wien vor, die uns dankenswerterweise von der MA 22 zu Verfügung gestellt wurden.

Diese Daten enthalten keine Angaben über die Anzahl der betreuten Völker pro Standort. Aus diesem Grund erstellten wir zusammen mit einem lokalen Erwerbsimker einen Fragebogen (Anhang A: Tab. 3) mit dem Ziel möglichst viele Angaben zu den Völkerzahlen pro Standort zu bekommen. Um in Kontakt mit lokalen Imker:innen zu treten, veranstalteten wir zwei Informationsabende (siehe Punkt 5). Der Fragebogen wurde über die Vereinsobleute an die Mitglieder der sieben lokalen Vereine ausgesendet. Wir beworben das Projekt und die Teilnahme an dem Fragebogen über die sozialen Medien der BOKU University, Stadt Wien MA22, des Österreichische Wildbienenrats, und publizierten einen Aufruf in der Dezember Ausgabe der Fachzeitschrift „Bienen Aktuell“ (siehe dazu Screenshot Dokument). Im Zeitraum vom 23.10.2024 bis zum 20.2.2024 nahmen 130 Personen teil und lieferten Daten über 205 Honigbienenstände (Abb. 1).

Als Dank für den Zeitaufwand ermittelten wir alle im Baumkataster (QGIS Association 2024; data.gv.at) erfassten Bäume in einem Umkreis von 500m zu den jeweiligen Honigbienenvölkern, da blühende Bäume eine wichtige Nektar- und Pollenquelle für die Imkerei sein können (Beispiel siehe Anhang A: Abb. 1). Zudem kam während eines Informationsabends der Bedarf auf, Ideen und Kritik der Imker:innen an die Stadt Wien heranzutragen. Diesem Anliegen leisteten wir im Fragebogen folge (Anhang A, Tab. 3) und diskutieren die Ergebnisse unter Punkt 5.2.

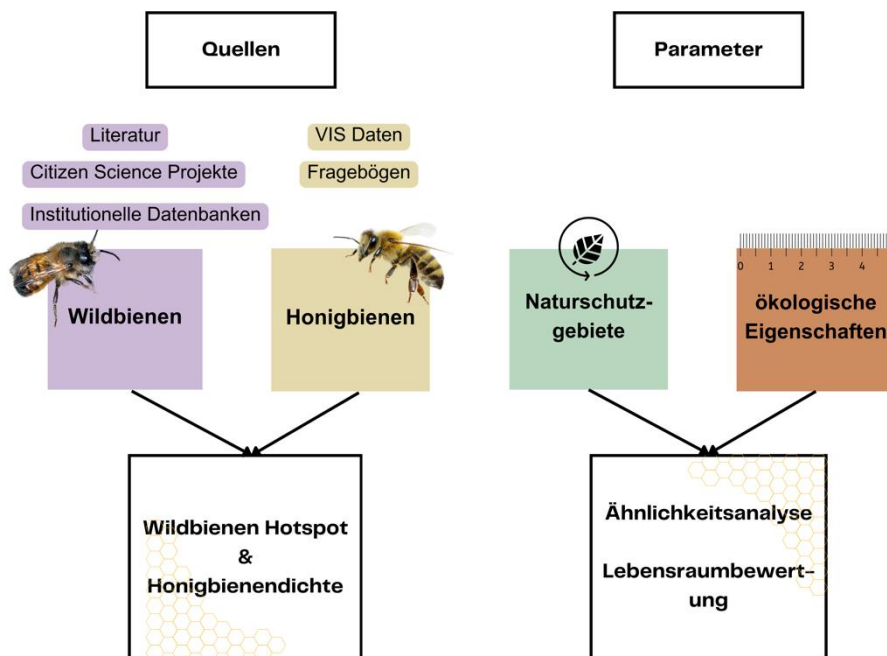


Abbildung 1: Die Datensammlung und Zielsetzungen von BeEcoVie beinhaltet die Erstellung eines Inventars von dokumentierten Wildbienenarten seit 1990 und der erstmaligen Erfassung der Honigbienenendichte in Wien. Diese beiden Faktoren flossen zusammen mit räumlichen und ökologischen Parametern in die Ähnlichkeitsanalyse der Bienenarten und der als Teil für eine bienenökologische Raumplanung ein.

3.3 Auswertung und Modellierungen

Zur Vergleichbarkeit unterschiedlicher Gebiete innerhalb der Stadt Wien legten wir ein Raster mit 1km x 1km pro Zelle an (Anhang A: Abb. 2). Die Größe basiert auf der mittleren Flugdistanz von Wildbienen (Ropars et al., 2020; Zurbuchen et al., 2010) und darauf, dass der Konkurrenzdruck durch die Honigbiene zwischen 800 und 900 m am größten ist (Demeter et al., 2021). Die landschaftsbezogenen Auswertungen und die Kartengestaltungen wurden in QGIS V. 3.8 (QGIS Association 2024; data.gv.at) durchgeführt.

Zur Ermittlung der Wiener Wildbienen-Hotspots berechneten wir einerseits z-Werte (z-scores) aus der Anzahl der Wildbienenarten pro Zelle mit dem Ziel die unterschiedliche Intensität und Methodik der Datensammlung aus den verschiedenen Publikationen statistisch auszugleichen (cf. Garibaldi et al., 2015). Außerdem ermittelten wir den Seltenheitsgrad (selten (rare), mäßig häufig (moderate), häufig (common)) einzelner Arten basierend auf Wiesbauer (2020b, 2017). Arten die in diesen Publikationen nicht bewertet wurden, wurden in eine eigene Klasse „unbekannt“ eingeordnet.

Laut Angaben der Stadt Wien stehen ca. 40,5 % der Fläche durch Schutzgebietstypen aus mind. einer der 10 zur Anwendung kommenden Schutzgebietskategorien unter Schutz (Stadt Wien, Vienna GIS, 2017). Für die aktuelle Studie wählten wir terrestrische Schutzgebietskategorien mit einer möglichst komplementären geografischen Deckung über das Stadtgebiet und unterschiedlicher Schutzgebietsklassen: Europaschutzgebiete (im folgenden Natura 2000 genannt) mit 13,3 % Flächendeckung; Biosphärenpark mit 23,9 % und Landschaftsschutzgebiet mit 23 % Flächendeckung. Zusätzlich bezogen wir das Netzwerk Natur – Wiener Arten und Lebensraumschutzprogramm (im folgenden Netzwerk Natur genannt) in die Analysen mit ein. Grund dafür war, dass Netzwerk Natur Flächen im Gegensatz zu den genannten Schutztypen auch im Stadtzentrum Gebiete unter Schutz stellt.

Statistische Auswertungen erfolgten mittels der Analysesoftware R Version 4.3.3 (R Core Team, 2021). Zur Berechnung der Ressourcenüberlappung pro Rasterzelle berechneten wir zunächst den Gower's Index zur Ähnlichkeit der ökologischen Eigenschaften („trait similarity“) pro Bienenart mit dem R-Paket „FD“ (Laliberté et al., 2014; Laliberté & Legendre, 2010). Dazu bezogen wir in Anlehnung an Cappellari et al. 2022 folgende blütenbesuchsrelevante ökologische Eigenschaften jeder Wildbienenart in Bezug zur Honigbiene in die Berechnung mit ein: Taxonomische Familie, Körpergröße (klein, mittel, groß), Pollenselektivität (oligolektisch, polylektisch, parasitisch) sowie Proboscislänge und Flugreichweite zur Nahrungssuche welche über die ITD mit dem R-Paket „pollymetry“ berechnet wurden (Kendall et al., 2018, 2019). Als zweiter Schritt berechneten wir die ökologische Ähnlichkeit und die Seltenheit der Arten der Wildbienengemeinschaft pro Rasterzelle mittels community-weighted-mean (CWM) mit dem R-Paket „FD“ (Laliberté et al., 2014; Laliberté & Legendre,

2010). Aufgrund der unterschiedlichen Datenquellen sind Abundanzdaten pro Art und Rasterzelle nicht vorliegend, daher wurden bei allen Berechnungen ausschließlich Präsenz- bzw. Absenzdaten verwendet.

Zur Analyse, welchen Einfluss die Schutzgebietstypen auf Wildbienen-Hotspots und Ressourcenüberlappung haben und ob die Ressourcenüberlappung in Wildbienen-Hotspots besonders hoch ist, führten wir gemischte Lineare Modelberechnungen (GLMM) mit t-student bzw. Beta Fehlerverteilung mit dem R-Paket „glmmTMB“ (Brooks et al., 2017) durch (Anhang A: Tab. 4). Aufgrund von Heteroskedastizität bei einigen erklärenden Variablen bauten wir einen Verteilungsparameter in die Modelle ein (Anhang A: Tab. 4) was jedoch die Berechnung der beiden R^2 Werte nicht vertrauenswürdig machte, weshalb wir diese nicht präsentieren. Um die Auswahl an erklärenden Variablen für die GLMMs und auch deren Ergebnisse zu validieren, erstellten wir Random Forests (R-Paket „party“; Hothorn et al., 2006), die die Relevanz der erklärenden Variablen ermitteln (500 Bäume pro Random Forest) und ihr Zusammenhang mit den abhängigen Variablen (ökologische Ähnlichkeit pro Rasterzelle) prognostizieren. Um den Zusammenhang zwischen den ökologischen Eigenschaften und den Schutzgebieten sowie der Honigbienenstanddichte (i.e. Anzahl der Stände pro Zelle) herauszuarbeiten, berechneten wir eine Fourth-Corner-Modellrechnung auf Basis der Wildbienenarten mit dem R-Paket „mvabund“ (Wang et al., 2022). Wir führten alle Analysen sowohl mit als auch ohne Punkte mit Ortsangabe ohne Koordinaten durch. Die Ergebnisse ohne Punkte mit Ortsangabe ohne Koordinaten sind im Anhang B ergänzend aufgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Wiener Wildbienenhotspots und wenig untersuchte Gebiete

Die mittlere (\pm SD) Artenvielfalt lag bei $11,67 \pm 23,1$ Wildbienenarten pro 1km^2 in Wien (Abb. 2). 30,49 % (154 / 462 Arten) der berücksichtigten Arten wurden als selten (rare), 29,85 % als moderat (moderate) und 16,63 % als häufig (common) eingestuft. Weitere 22,86 % fanden in der angegebenen Literatur keine explizite Einstufung (Wiesbauer, 2020b, 2017), können allerdings nach Rücksprache mit dem Autor als vermutlich selten bzw. moderat bis selten eingestuft werden (mündliche Mitteilung Heinz Wiesbauer April 2024) und werden zusammen mit den erfassten seltenen Arten in Abb. 2 dargestellt. Trotz der zahlreichen Projekte zur Erfassung der Wiener Wildbienen, konnten wir auf $78,41\text{km}^2$ keine Daten erfassen (Abb. 2).

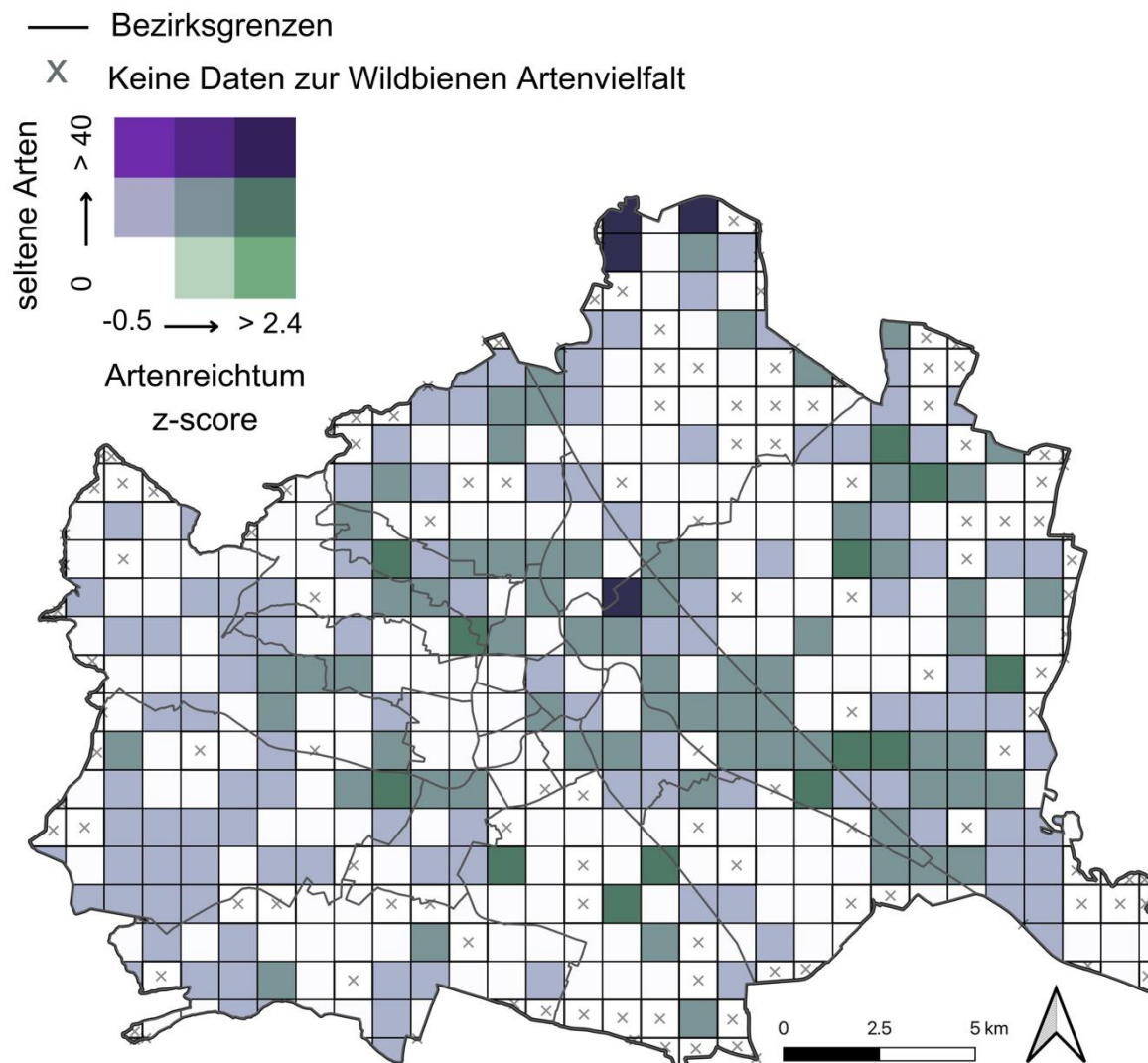


Abbildung 2: Gebiete mit einer besonders hohen Artendiversität und einer hohen Anzahl seltener Wildbienenarten (dunkelblau, Legende rechts Oben) befinden sich im Norden Wiens: Stammersdorf und Bisamberg; im Osten: Nordbahnhof im 2. Gemeindebezirk. Weitere artenreiche Gebiete mit vielen seltenen Arten (hellblau, Legende Mitte) befinden sich im Osten: in den Versuchsgärten der Bioforschung Austria; im Südosten: im Prater, Nationalpark Donau-Auen; im Süden: in den Parkanlagen und Naherholungsgebieten Laarberg und Oberlaa; sowie im Westen: in den Parkanlagen von Schönbrunn und dem Ottakringer Friedhof.

4.2 Gebiete mit hohen Honigbienenendichten

Auf der Gesamtfläche Wiens (exkl. jener Gebiete¹ mit einer eingeschränkten Bewilligung zur Aufstellung von Honigbienenständen) wurden im Jahr 2023 im Mittel 3,5 Honigbienenstände mit durchschnittlich 13,9 Völker pro km² gehalten (Abb. 3 und 4). Insgesamt wurden von

¹ Folgende Gebiete werden von der MA49 verwaltet und es werden derzeit keine Bewilligungen für die Aufstellung und Pflege von Honigbienenstöcken vergeben: Lainzer Tiergarten mit Ausnahme der Belegstelle (24.5 km²), Nationalpark Lobau (22 km²) und Mauerwald (4 km²; persönliche Kommunikation A. Mrkvicka 5.6.2024).

Imker:innen 1.261 Standorte gemeldet. Von 205 Standorten (38,5 %) ist uns die Völkeranzahl durch die Fragebögen bekannt. In der Hobbyimkerei wurden durchschnittlich (\pm SD) 3,98 (\pm 2,6) Völker pro Standort betreut.

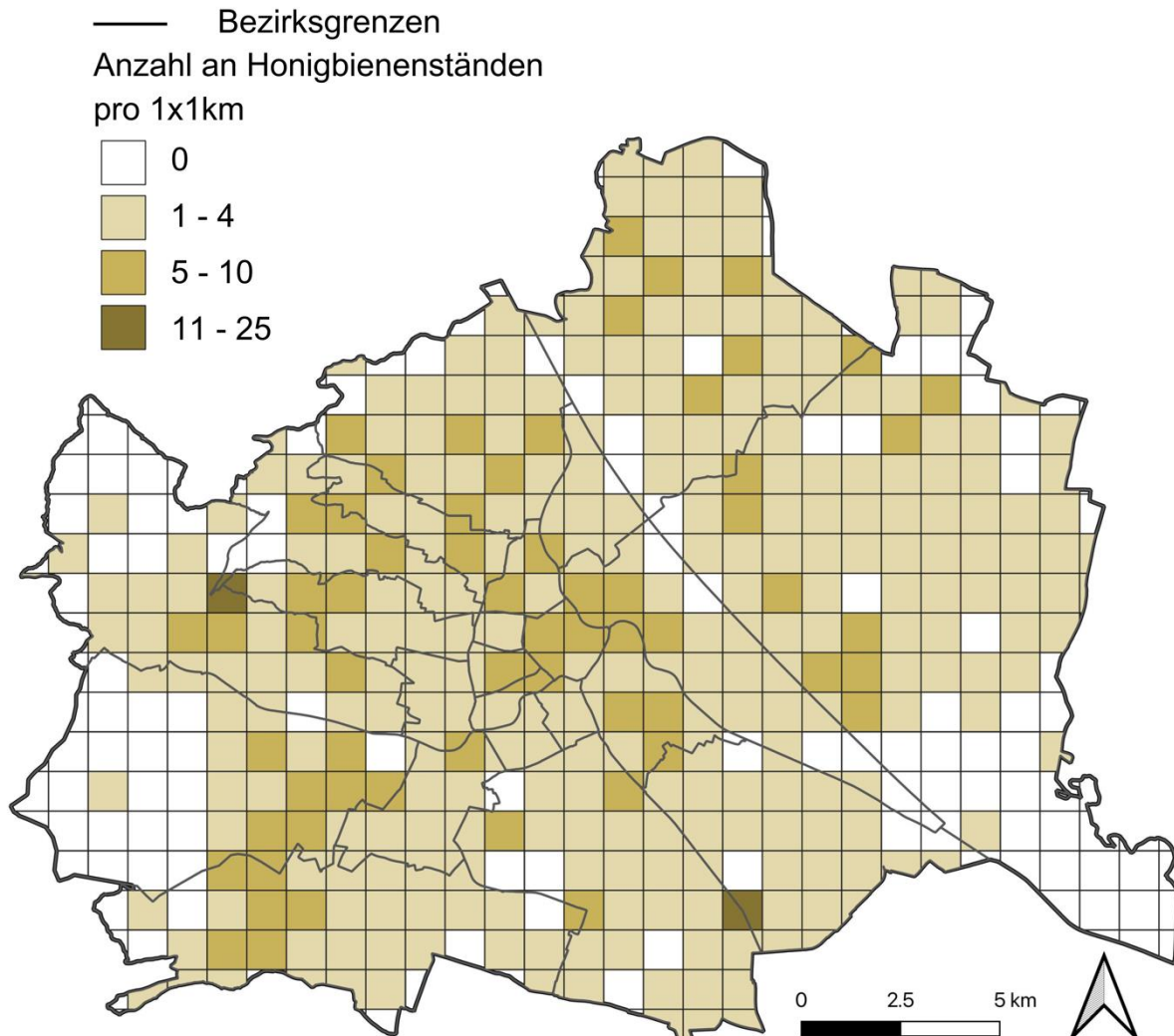


Abbildung 3: Lokale Höchstwerte an Bienenständen lagen im Jahr 2023 im Süden im Wiener Zentralfriedhof mit insgesamt 35 Ständen verteilt auf 5 Rasterzellen, sowie im Nordwesten in Penzing mit der Kleingartenanlage Wolfersberg und dem Friedhof Wien Hütteldorf. Im Stadtzentrum innerhalb des Gürtels sowie in südöstliche Randbereiche des Wiener Wald waren ebenfalls beliebte Standorte für imkerliche Tätigkeiten.

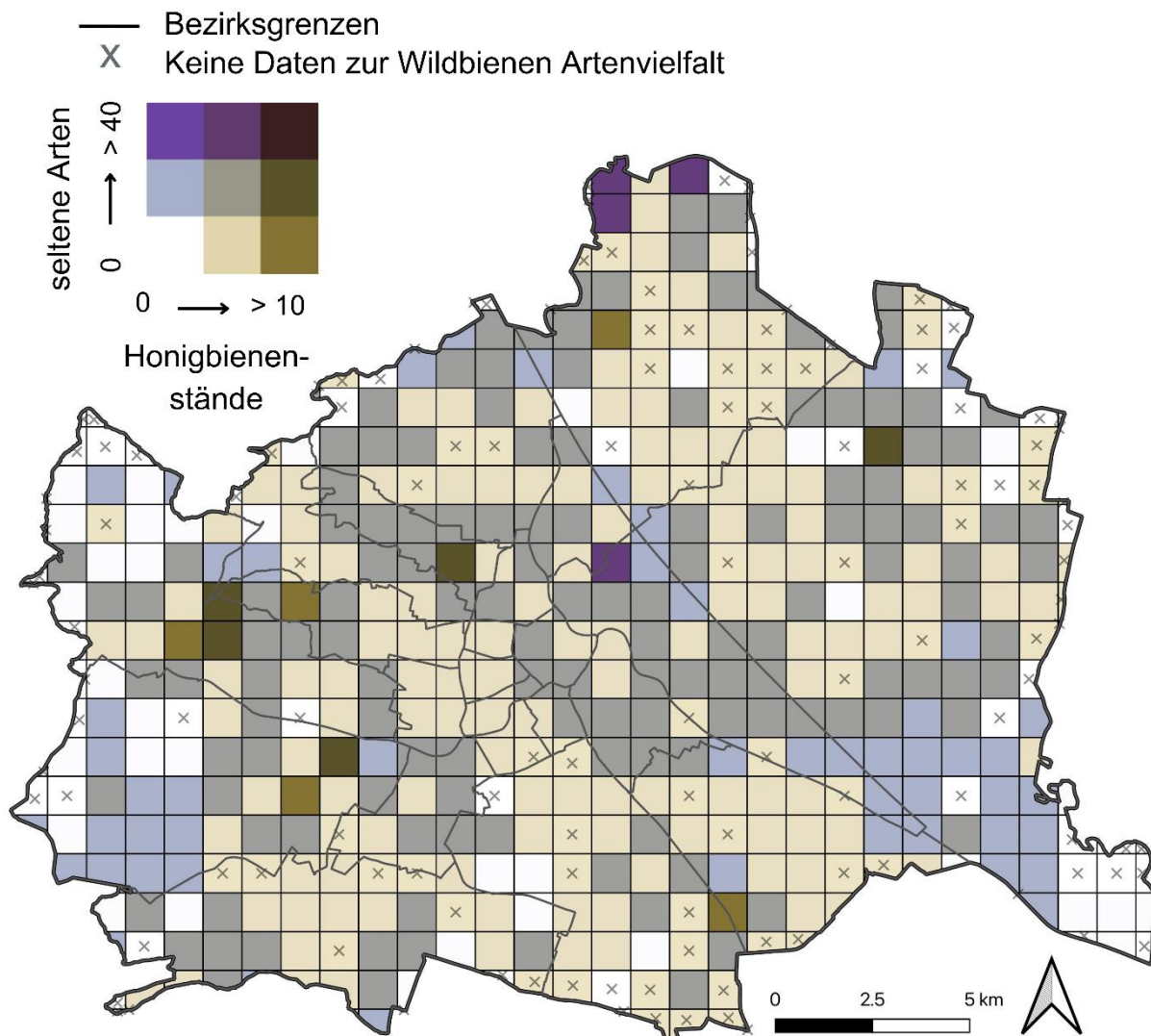


Abbildung 4: Lokale Überschneidungen von Gebieten mit seltenen Wildbienenarten und einer hohen Dichte an Honigbienenständen (dunkelbraun, Legende Mitterechts) befinden sich ebenfalls im Westen in Penzing und Hietzing (Kleingartenanlage und Lagerwiesen Wolfsberg, Friedhof Wien Hütteldorf, Satzbergwiesen); angrenzend der Schönbrunner Parkanlagen und dem Auer-Welsbach-Park; im Norden rund um den Sternwartepark und im Osten in Hirschstetten. Hohe Anzahl an seltenen Wildbienenarten bei mittleren Honigbienendichten (dunkelviolet, Mitteoben) fanden wir im Norden am Bisamberg und Stammersdorf und zentral gelegen beim Nordbahnhof. Wir ermittelten keine Rasterzelle mit hoher Honigbienendichte bei gleichzeitig höchster Anzahl seltener Wildbienenarten (Schwarz, Legende rechts Oben).

4.3 Schutzgebiete und ihre Bienendichte

Der mittlere Wildbienenartenreichtum (z-scores) ist in Biosphärenparks signifikant höher als außerhalb (Abb. 5C). In den anderen drei untersuchten Naturschutzgebieten: Landschaftsschutzgebiete, Netzwerk Natur, und Natura 2000 Gebieten (Abb. 5 B, D, E, Anhang A: Tab. 4) jedoch nicht signifikant unterschiedlich. Die Gesamtanzahl der Honigbienenstände über ganz Wien verteilt ergab einen signifikanten positiven

Zusammenhang mit der Wildbienendiversität (Anhang A: Tab. 4). Dieses Ergebnis ist im Kontext der zugrundeliegenden Lebensräume zu interpretieren, da Honigbienenstände vielfach in Habitaten bewirtschaftet werden, die auch Wildbienen nutzen und dort artenreich anzutreffen sind und nicht durch eine direkte positive Interaktion bzw. Förderung der Bienenarten. Dies zeigen auch die Antworten aus unserem Fragebogen, indem 97 % der Imker:innen die den Blütenreichtum in einem 500m Radius um die Stöcke als hoch bzw. mittel einstufen. Nach exkludieren der Punkte mit Ortsangabe ohne Koordinaten bleiben diese Ergebnisse ähnlich (Anhang B: Tab.2; Abb. 2).

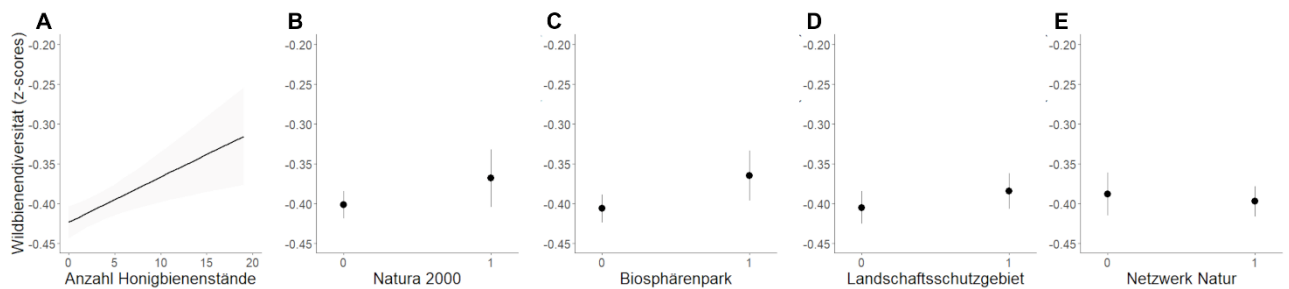


Abbildung 5: Ein signifikant positiver Zusammenhang wurde zwischen A) Anzahl der Honigbienenstände und Wildbienen Artenreichtum (z-score) ermittelt, wobei dies mit den zugrunde liegenden Lebensräumen zusammenhängt – bienenfreundliches Habitat mit guter Qualität beherbergten Wildbienen und viele Honigbienenstände. Die Ergebnisse der glmm ergaben keine signifikanten Effekte von B) Natura 2000 Gebiete, D) Landschaftsschutzgebiete und E) Netzwerk Natur Gebiete auf die Wildbienendiversität (z-scores) in Wien. In C) Biosphärenparks war der Wildbienen Artenreichtum jedoch signifikant ($p = 0,01$) höher als außerhalb. Schattierte Bereiche bzw. Fehlerbalken zeigen 95 % Konfidenzintervall.

Die Natura 2000 Gebiete in Wien sind apidologisch gut untersucht. Jene Rasterzellen der Natura 2000 Gebiete im Naturschutzgebiet Lainzer Tiergarten und Nationalpark Donau-Auen ohne Angaben zur Wildbienen Artenvielfalt (Markierung mit schwarzen X, Abb. 6 A) entstanden Großteils aufgrund fehlender Angaben punktgenauer Koordinaten der verwendeten Daten. Anders gestaltet sich die Datenverfügbarkeit in nordwestlichen Teilen des Biosphärenparks Wienerwald: Dort zeigen sich einige Gebiete auf unseren Karten (Abb. 6 B), wo uns Angaben zur Wildbienendiversität gänzlich fehlen. Fehlende Daten aus Gebieten, welche nicht in die Kategorie Natura 2000 oder Biosphärenpark fallen, aber durch Landschaftsschutzgebiete rechtlich verankert sind, liegen Großteils in Floridsdorf und Donaustadt (Abb. 6 C). In der lockersten Schutzgebietskategorie, dem Netzwerk Natur, decken sich die Gebiete mit fehlenden Wildbienenendaten großflächig mit jenen der Landschaftsschutzgebiete (Abb. 6 D).

Für die jeweiligen Schutzgebietskategorien ermittelten wir jene Rasterzellen mit einer geschätzten Völkeranzahl über dem empfohlenen Werten von 3,1 (Steffan-Dewenter &

Tscharntke, 2000) bzw. 3,5 pro km² (Torné-Noguera et al., 2016). Mit einem Median von drei Völkern pro Honigbienenstandort basierend auf unserer Umfrage, überschritten Rasterzellen in Schutzgebieten von mehr als zwei Ständen bereits den empfohlenen Höchstwert für Schutzgebiete (Abb. 7). Dies betrifft das Natura 2000 Gebiet in Stammersdorf und Bisamberg mit jeweils 4 Ständen pro km² und zahlreiche Rasterzellen vor allem an den Randbereichen des Biosphärenparks Wienerwald und der Wiener Landschaftsschutzgebiete (Abb. 7 A).

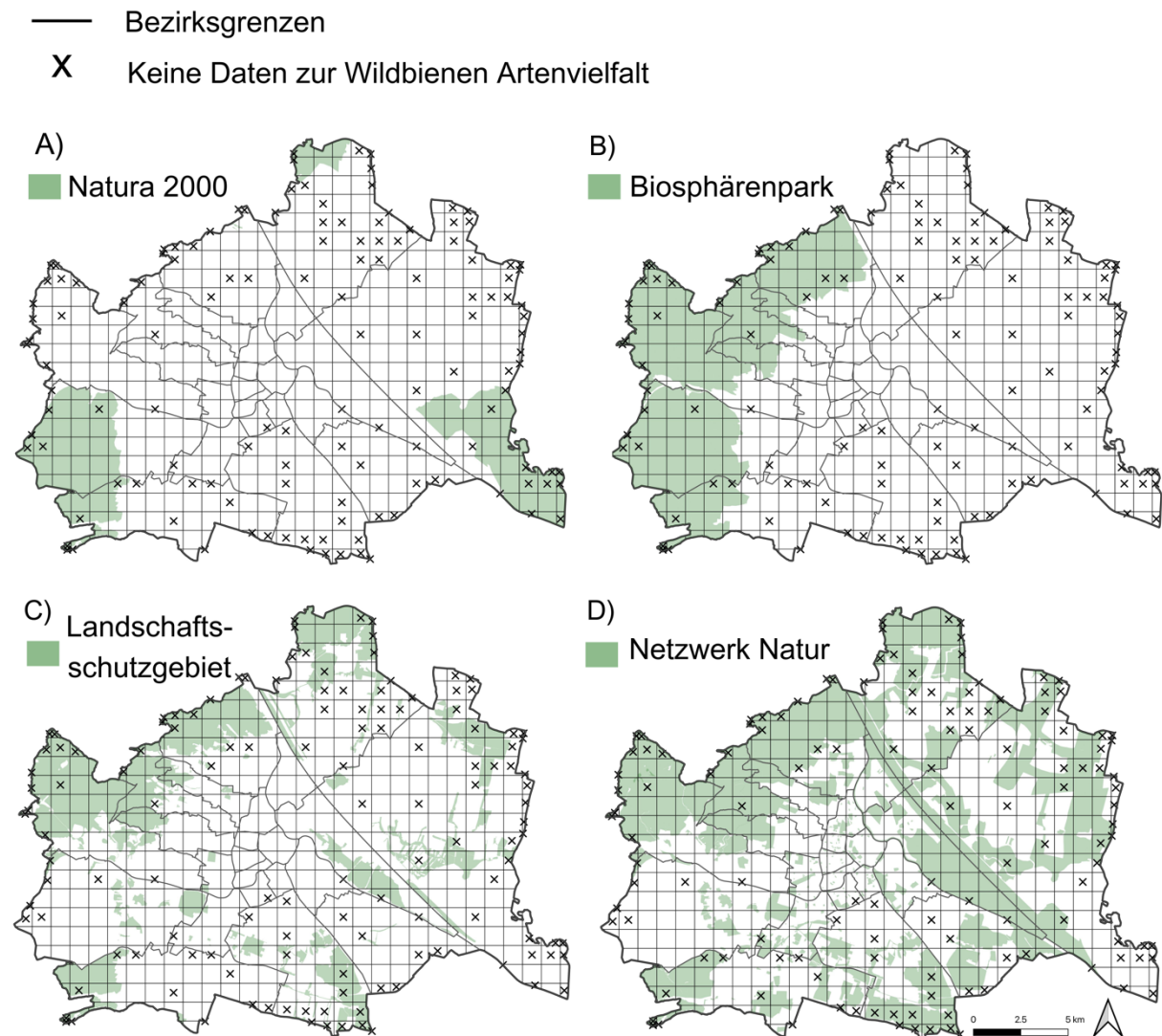


Abbildung 6: Auf insgesamt 78,41km² (18,94 % der Gesamtfläche) konnten wir keine Wildbienen Daten anhand der Literatur bzw. Citizen Science Initiativen erfassen. Diese mit einem X markierten Rasterzellen umfassen 9,93 km² (17,93 % der Wiener Natura 2000 Gebiete, 15,23km² (15,38 %; davon 1,5km² Kernzone) des Biosphärenparks, 18,82km² (19,74 % der Gesamtfläche) der Landschaftsschutzgebiete und 37,69km² (19,57 %) der ausgewiesenen Netzwerk Natur – Wiener Arten und Lebensraumschutzprogramme. Natura 2000 und Biosphärenpark Gebiete sind durch

unterschiedlichste Landschaften und Landschaftsübergänge charakterisiert (z.B. Magerwiesen, Feuchtwiesen, Acker, Waldsaum). Der reine Anteil an Wäldern beträgt $>4 \text{ km}^2$.

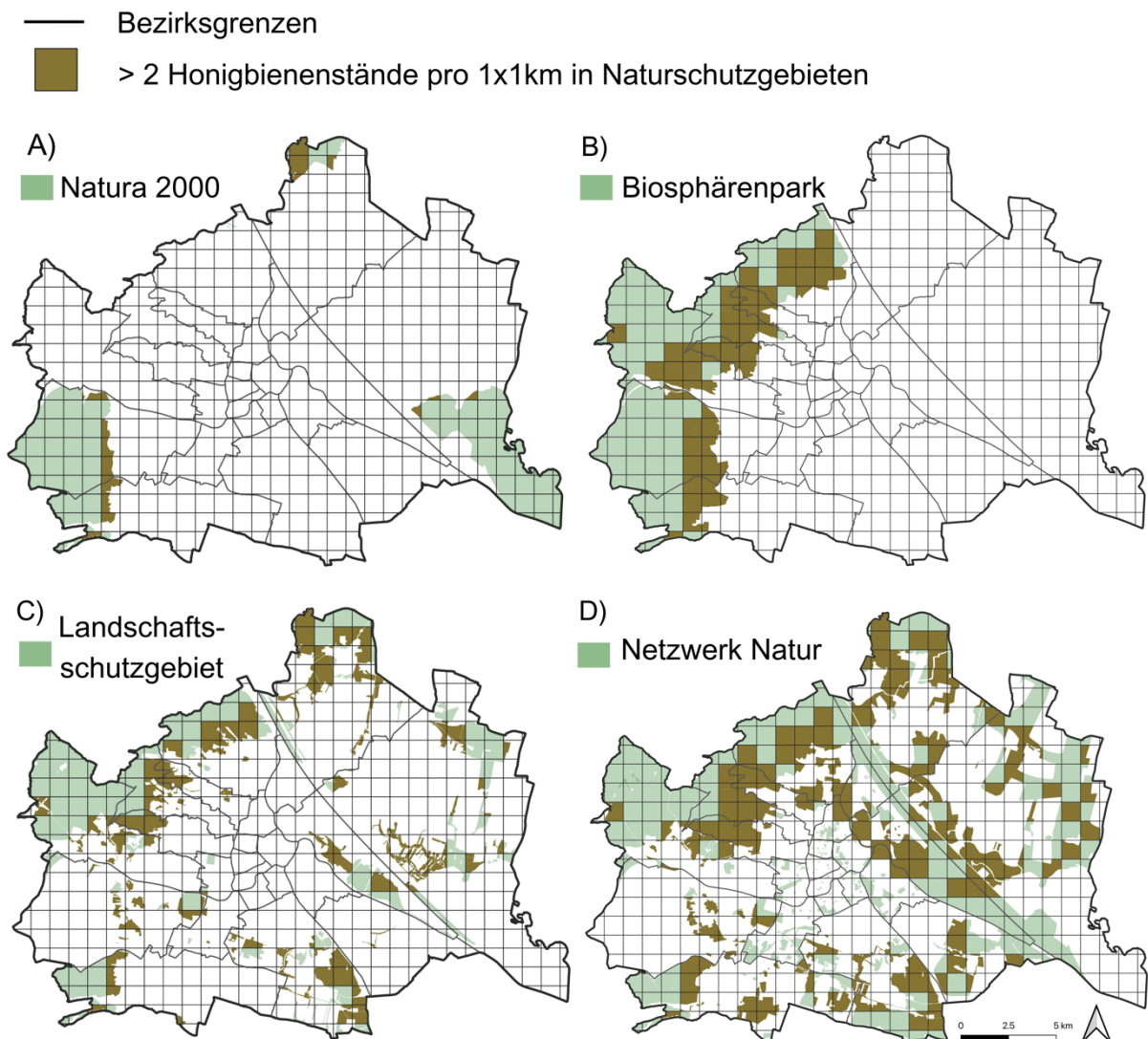


Abbildung 7: Die Grafik illustriert wo in Wien die geschätzte Anzahl an Honigbienenstöcken (braune Rasterzellen) in Schutzgebieten (grüne Rasterzellen) die in der Literatur empfohlenen Höchstanzahl an 3,5 Stöcken pro km^2 überstiegen im Jahr 2023 (Torné-Noguera et al., 2016). A) Im nördlichen Natura 2000 werden geschätzt doppelt so viele Honigbienenstöcke bewirtschaftet als in der Literatur empfohlen. Der Biosphärenpark B) wird in die Kern-, Pflege- und Entwicklungszone gegliedert mit entsprechenden Schutzgebietsrichtlinien. Die Überschreitung der empfohlenen Höchstanzahl der Bienenstöcke betrifft 3 % der Kernzone, 28 % der Pflegezone und 69 % der Entwicklungszone. C) In Landschaftsschutzgebieten wird die empfohlene Obergrenze an 3,5 Stöcken in nördlichen und nordöstlichen, sowie in südlichen Gebieten überschritten. D) Gebiete des Netzwerk Natur mit der

geringsten Schutzkategorie wird der Vollständigkeit halber gezeigt, tritt aber aus naturschutzfachlicher Sicht eher in den Hintergrund.

4.4 Konkurrenz sensible Gebiete durch ähnliche ökologische Eigenschaften

Konkurrenz sensible Gebiete werden hier als Flächen mit einem hohen ökologischen Ähnlichkeitsindex und hohen Honigbiendichten definiert (Abb. 8). Der Ähnlichkeitsindex beruht auf ökologischen, blüten-besuchenden Eigenschaften der Wildbienen die im Bezug zur Honigbiene ähnlich sind. Ähnlichkeitswerte reichen von 0 bis 1, je höher die Zahl desto ähnlicher ist die Wildbienenart der Honigbiene in ihren blüten-besuchenden Eigenschaften. Gebiete in Penzing, dem Schönbrunner Schlosspark, Zentralfriedhof und rings um den Wiener Gürtel identifizierten wir als konkurrenz sensible Gebiete (Abb. 8).

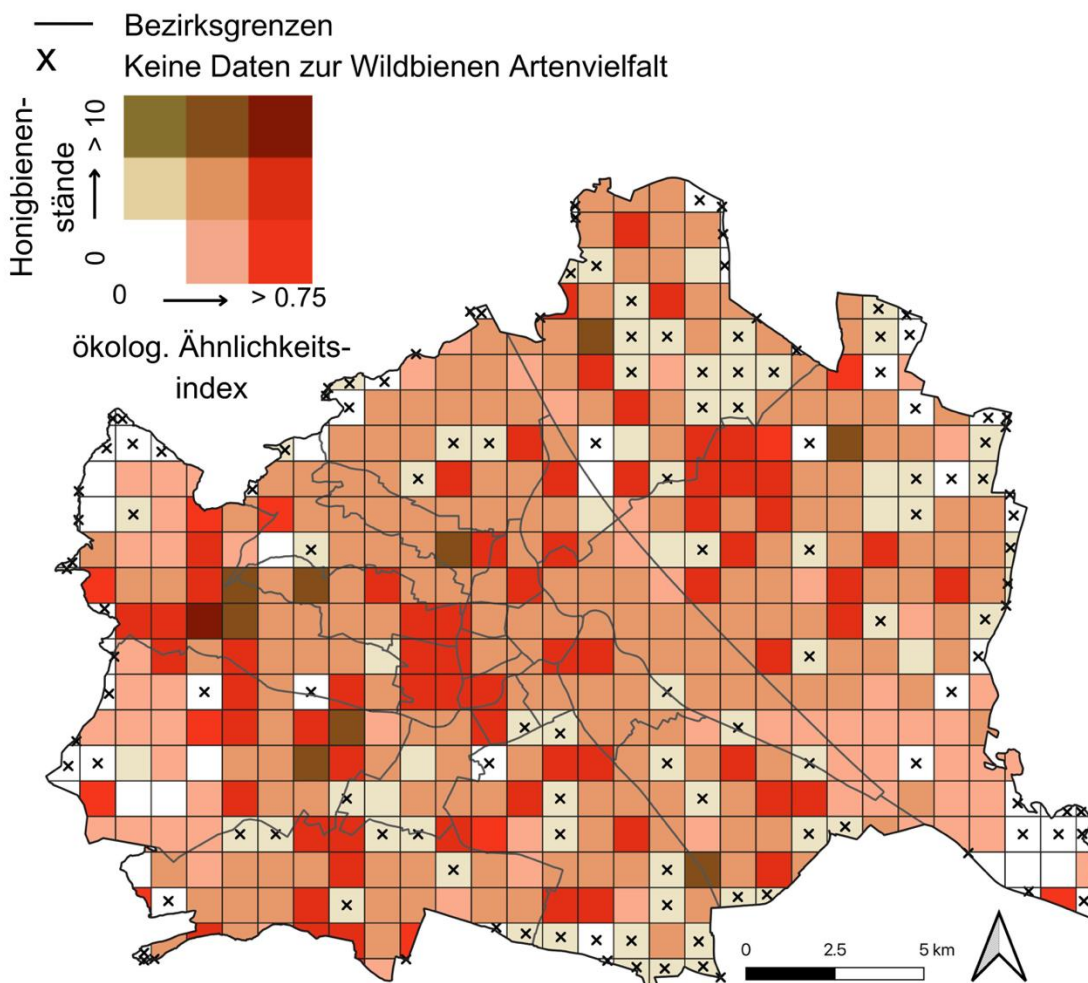


Abbildung 8: Die ökologische Ähnlichkeit zwischen wilden und domestizierten Bienen wurde mittels eines Ähnlichkeitsindex (engl. „trait similarity index“) berechnet. Je ähnlicher die Körpergröße,

Proboscislänge, Flugreichweite zur Nahrungssuche, taxonomische Familie und Pollenselektivität zwischen Wild- und Honigbienen ist, desto dunkler ist die Zelle dargestellt. Gebiete mit hoher ökologischer Ähnlichkeit und gleichzeitig hohen Honigbienenendichten (dunkelrot, Legende rechts Oben) fanden wir im Westen in Penzing (Kleingartenanlage und Lagerwiesen Wolfsberg, Friedhof Wien Hütteldorf); hohe ökologische Ähnlichkeit und gleichzeitig mittlere Honigbienenendichten (kirschrot, Legende Mittrechts) in zahlreichen Gebieten im Westen in Penzing und Hietzing (z.B. Satzbergwiesen); im Norden in Stammersdorf und Bisamberg; im Osten in Kagran und Aspern; im Süden in Simmering, Kurpark Oberlaa, Erholungsgebiet Wienerberg und Parkanlage Löwygrube; und im Westen in Liesing (z.B. Friedhof Mauer), und an Randbereichen des Lainzer Tiergartens. Ökologische Ähnlichkeit bei gleichzeitig hoher Honigbienenendichte kann eine Nahrungskonkurrenz zwischen den Bienen begünstigen.

Die Ergebnisse der Random Forests zur Ermittlung der zugrunde liegenden Effekte des Ähnlichkeitsindex zeigen, dass die Seltenheit, die Wildbienenendiversität (z-scores) sowie das Vorhandensein eines Natura 2000 Gebietes für die ökologische Ähnlichkeit ausschlaggebend sind (Abb. 9; Anhang A: Tab.5, Abb. 3). Die anderen Schutzgebietstypen haben wenig (Biosphärenpark) bis keine Relevanz für die ökologische Ähnlichkeit zwischen Wildbienen und Honigbienen (Abb. 9 und 10)

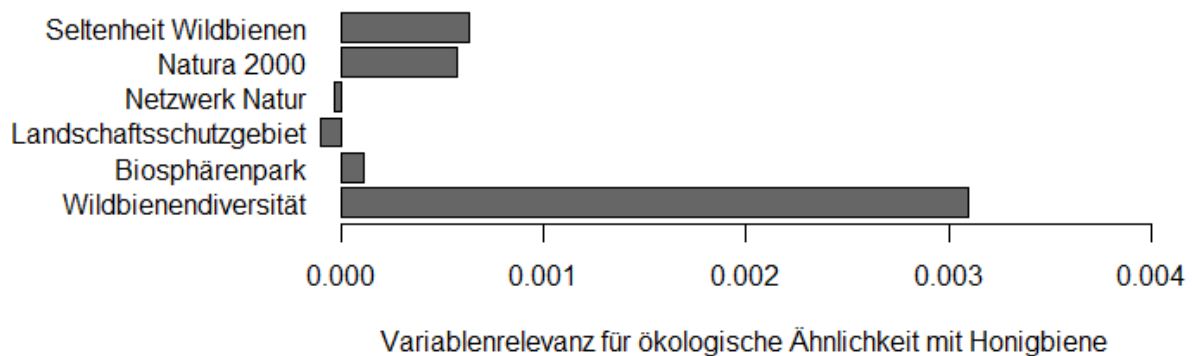


Abbildung 9: Random Forests geben Aufschluss über die Relevanz von Schutzgebietstypen, Seltenheit der Wildbienen und Wildbienenendiversität für die gemittelte ökologische Ähnlichkeit zur Honigbiene pro Rasterzelle in Wien. Natura 2000 Gebiete, Seltenheit und den Artenreichtum (z-score) von Wildbienen sind die relevanten Variablen für die ökologische Ähnlichkeit zur Honigbiene.

Werden alle Wildbienenarten vom gesamten Wiener Stadtgebiet herangezogen, nimmt in artenreicheren Gebieten mit vielen seltene Arten die ökologische Ähnlichkeit mit der Honigbiene signifikant ab ($p < 0,001$; Abb. 10 A, B; Anhang A: Tab. 6). Dies ist durch das Vorkommen hoch spezialisierter Arten (im Gegensatz zur generalistischen Honigbiene)

begründet, welche oft ausschließlich in speziellen Lebensräumen zu finden sind. Dieses Muster ist nach Exklusion der Punkte mit Ortsangabe ohne Koordinaten ähnlich (Anhang B: Tab 2, Abb. 1 -4). Liegt der Fokus auf Natura 2000 Gebiete sehen wir keinen Effekt auf die ökologische Ähnlichkeit (Abb. 10 D und Abb. 12). Bei der detaillierten Analyse mittels Interaktion zwischen Seltenheit und innerhalb und außerhalb von Natura 2000 Gebieten kann jedoch ein Trend erkannt werden, demnach die Gemeinschaft seltener Wildbienenarten in Natura 2000 Gebieten den Honigbienen ökologisch ähnlicher sind als außerhalb von Natura 2000 Gebieten ($p = 0,02$; Abb. 10 C; Anhang A: Tab. 4). Dieser Trend ist auch bei der Berechnung ohne Punkte mit Ortsangabe ohne Koordinaten signifikant (Anhang B: Tab.2; Abb.4 C) Für die anderen Seltenheitsstufen ist kein solcher Trend innerhalb oder außerhalb von Natura 2000 Gebieten ersichtlich (Abb. 10 C; Anhang A: Tab. 4).

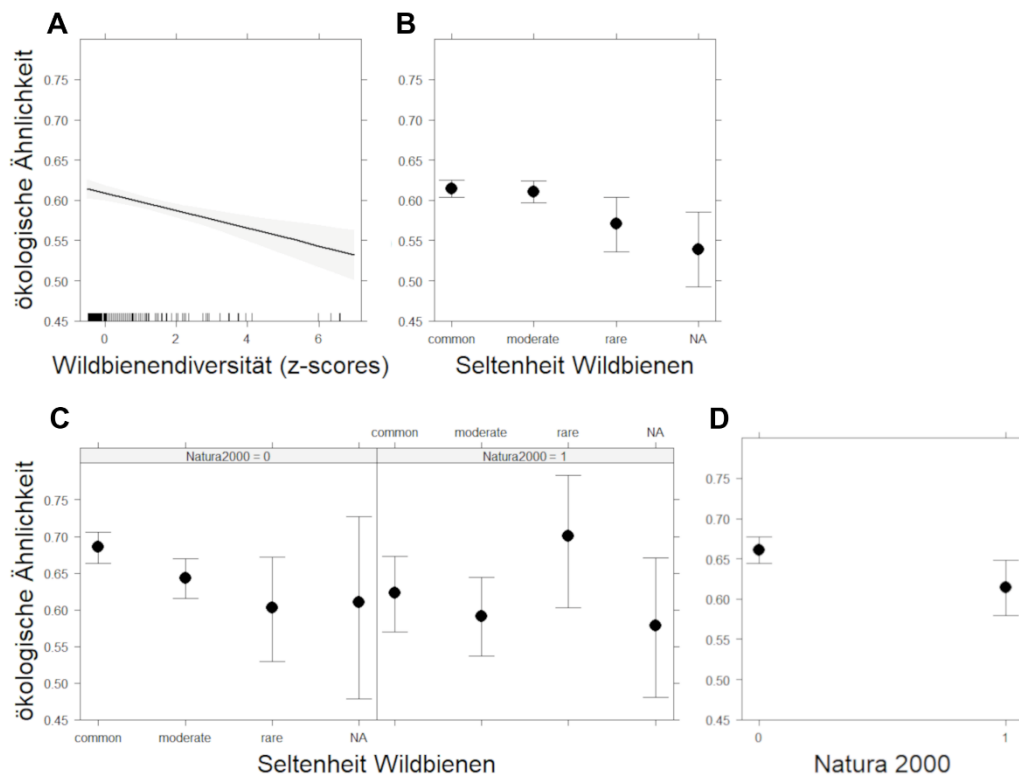


Abbildung 10: Über ganz Wien haben Rasterzellen mit A) geringer Wildbienenenddiversität und B) häufigen bzw. moderat häufigen Wildbienenarten eine höhere ökologische Ähnlichkeit mit der unspezialisierten Honigbiene. Im Natura 2000 Schutzgebiet zeigt eine C) Interaktion mit der Seltenheit von Wildbienen einen signifikant positiven Effekt ($p = 0,03$) auf die ökologische Ähnlichkeit seltener Wildbienenarten, wohingegen D) Natura 2000 Gebieten keinen Effekt auf die ökologische Ähnlichkeit von Wildbienen und Honigbienen haben. Schattierte Bereiche bzw. Fehlerbalken zeigen 95 % Konfidenzintervall.

Bezogen auf die Seltenheit von Wildbienen innerhalb und außerhalb von Biosphärenparks zeigt sich ein ähnliches Muster wie auch in Natura 2000 Gebieten (Anhang A: Tab. 4, Abb. 11; Anhang B: Tab. 2).

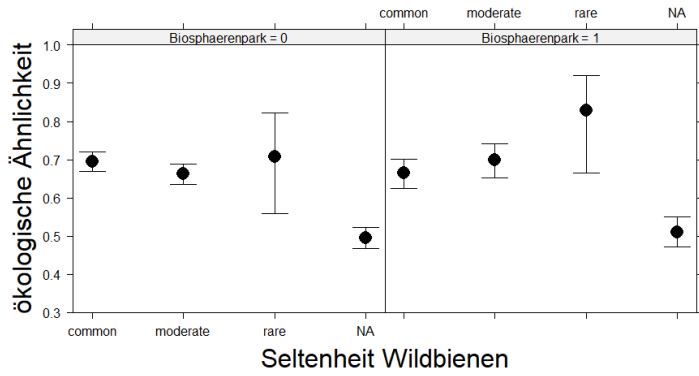


Abbildung 11: Innerhalb von Biosphärenparks (rechts) gibt es signifikant ($p = 0.006$) mehr seltene Arten mit hoher ökologischer Ähnlichkeit zwischen Wildbienen und Honigbienen. Fehlerbalken = 95 % Konfidenzintervall.

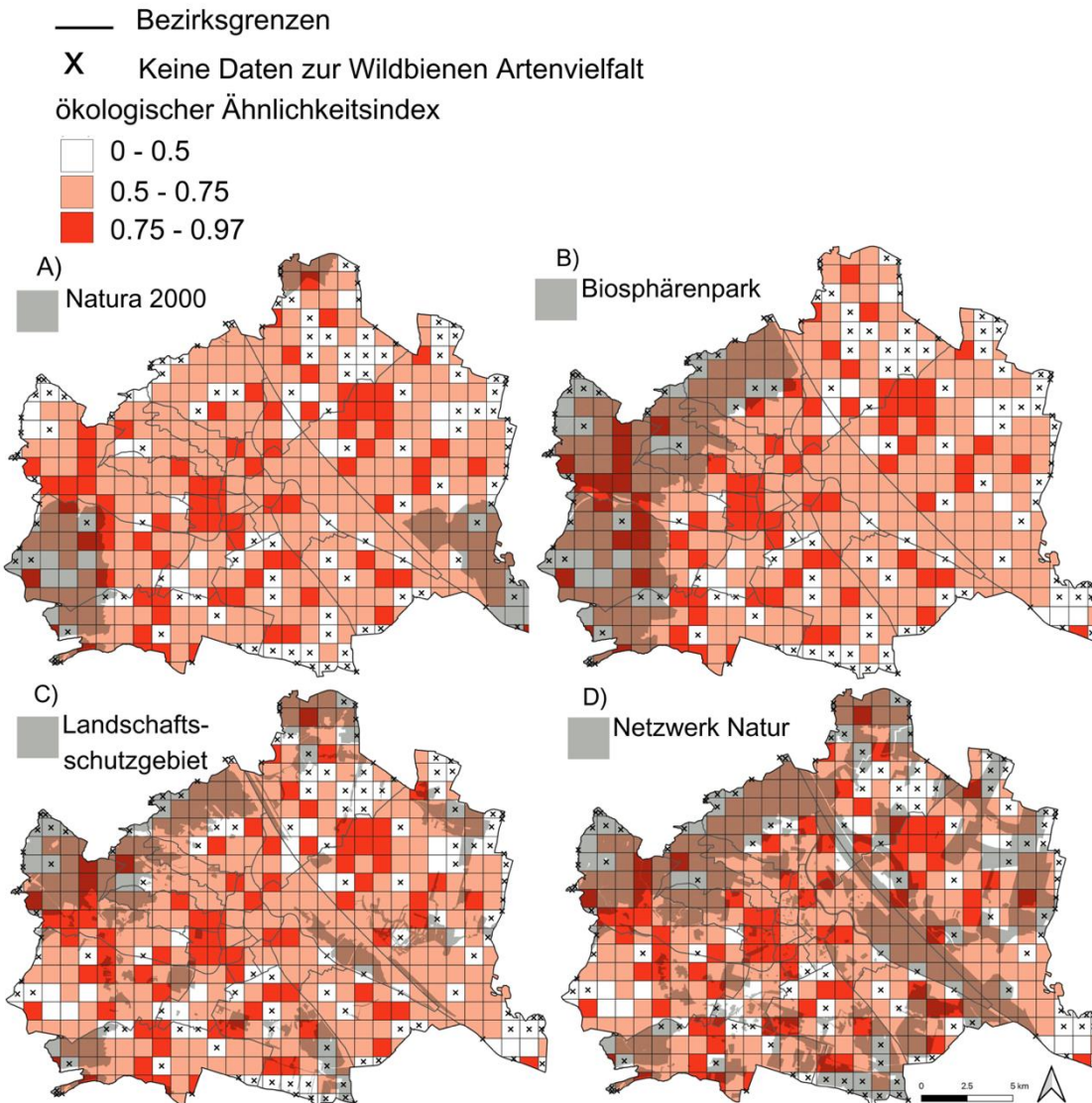


Abbildung 12: Ein hoher ökologischer Ähnlichkeitsindex zwischen der Honig- und Wildbienen deutet auf eine mögliche Nahrungskonkurrenzsituation hin. Konkurrenz sensible Gebiete in den unterschiedlichen

Schutzgebietskategorien wurden A) am östlichen Randbereich des Lainzer Tiergartens bzw. unteren Randbereichen des Natura 2000 Gebietes am Bisamberg identifiziert, B) im nordwestlichen Teilen des Biosphärenparks im 17. Wiener Gemeindebezirks. Beinahe deckungsgleich ist die Situation für C) Landschaftsschutzgebiete und D) Netzwerk Natur Flächen.

Der Zusammenhang zwischen den ökologischen Eigenschaften, die für den Blütenbesuch relevant sind, und den Schutzgebieten sowie der Honigbienenstanddichte wurde mittels Fourth Corner Analyse ermittelt. Für die gesamte Wildbienengemeinschaft (exkl. Seltenheit) in Natura 2000 Gebieten sinkt die ökologische Ähnlichkeit. Über ganz Wien steigt die ökologische Ähnlichkeit aber generell mit einer steigenden Bienenstanddichte, hier kann die Möglichkeit von Konkurrenz durch ähnliche Blütenbesuchseigenschaften der Bienen ansteigen (Abb. 13). Weiters scheint eine steigende Bienenstanddichte einen leicht negativen Effekt auf parasitische Wildbienenarten sowie Bienen aus der Familie Halictiden zu haben. Außerdem steigt die Anzahl polylektischer und langrüsseliger Wildbienenarten in Gebieten mit höherer Bienenstanddichte (Abb. 13; Anhang A: Tab. 6; Anhang B: Tab.3, Abb 5).

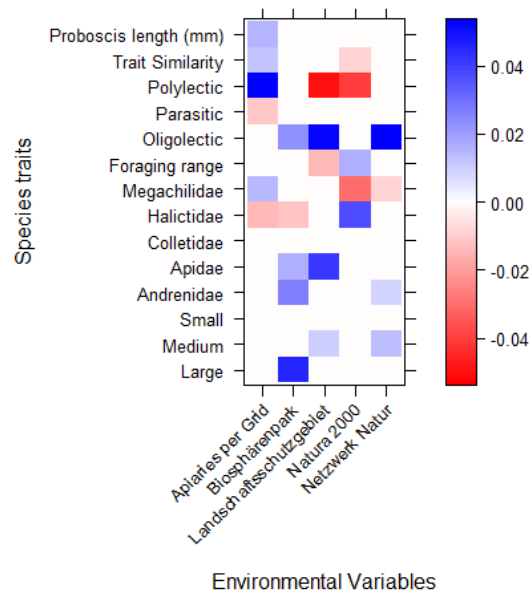


Abbildung 13: Zusammenhänge zwischen ökologischen Eigenschaften der Wildbienen in Wien und Schutzgebietstypen sowie Anzahl der Honigbienenstände in Wien. Blau = Positiver Zusammenhang, Rot = Negativer Zusammenhang, je dunkler die Farbe umso stärker ist der Zusammenhang.

5 Diskussion der Ergebnisse

Die Studie zeigte, dass Wien zurecht als urbaner Wildbienen Hotspot Europas gilt. Neben einer reichen Wildbienen Fauna, ermittelten wir erstmalig die mittlere Honigbienenendichte von ca. 3,5 Honigbienenstöcke und durchschnittlich 13,9 Völker pro km² im Wiener Stadtgebiet. Wir zeigten „weiße Flecken“ auf, wo Wildbienenenddaten gänzlich fehlen. Diese grauen Flecke liegen sowohl in naturschutzfachlich interessanten als auch in infrastruktureichen Gebieten. Die aktuelle Studie soll dazu beitragen, mögliche Konflikte zwischen den Interessensgruppen des Naturschutzes und der Imkerei in Wien wissenschaftlich zu entschärfen.

5.1 Wildbienen-Hotspots und weiße Flecken

Besonders viele bzw. seltene der rund 492 nachgewiesenen Wildbienenarten (Zettel et al., 2022a) wurden in Stammersdorf und am Bisamberg, im Prater, Nationalpark Donau-Auen, rund um den Nordbahnhof im 2. Bezirk, in den Parks und Naherholungsgebieten Laarberg, sowie den Anlagen von Schönbrunn und der Bioforschung Austria dokumentiert. Diese Gebiete wurden rezent intensiv im Zuge von ausgewiesenen Projekten unterschiedlicher Fördergeber untersucht (südöstliche Parkanlagen - Meyer & Pachinger, 2021; Donau-Auen - Ockermüller et al., 2020; Prater - Schoder & Zettel, 2019; Garten der Vielfalt - Zettel et al., 2018; Nordbahnhofgelände - Zettel et al., 2022b)

Abseits der naturkundlich interessanten Lebensräume Wiens wurde für den Stadtkern Wien, innerhalb des Gürtels, eine hohe Artenvielfalt dokumentiert. Das Stadtzentrum ist durch einen hohen Grad an Versiegelung gekennzeichnet und hat, im Gegensatz zum Stadtrand, einen geringeren Grünraumanteil. Dennoch konnte ein erfreulich hoher Wildbienenreichtum im Bezirk Alsergrund, Neubau, Leopoldstadt und Wieden dokumentiert werden.

Unsere Daten legen nahe, dass Wien zu Recht nicht nur als Bundes- sondern auch als „Bienen“-Hauptstadt gilt mit einer langen apidologischen Tradition. Dennoch stellten wir fest, dass ca. 78 km² der Fläche Wiens nicht bzw. unzulänglich auf das lokale Wildbienenenvorkommen untersucht wurde. Für einige Gebiete am Stadtrand bzw. östlich der Donau konnten wir keine Angaben zu Wildbienen ausheben. Die geografische Lage der meisten „weißen Flecken“ lässt weniger auf eine Untauglichkeit des Standortes schließen (ausgehende Waldgebiete >4 km²), sondern viel eher auf das Ausbleiben von gezielten Untersuchungen. Wir raten an, in einem Folgeprojekt die Datenlücken zu schließen.

5.2 Akkumulierungen von Honigbienen im Wiener Stadtgebiet

Mit 3,9 Honigbienenstöcken bzw. geschätzten knapp 14 Stöcken pro km² liegt Wien über dem österreichischen Durchschnitt von 4,2 pro km² Stöcken laut Brodschneider et al. (2019).

Im Vergleich zu den ca. 14 Stöcken in Wien stehen rund 15 Stöcke pro km² in Brüssel (ohne Jahresangabe; „environnement.brussels“), 6,5 Stöcke in Paris (Angaben aus dem Jahr 2016; Ropars et al., 2020), 7,94 – 13 Stöcke in Berlin (2017; Pütz et al., 2019), 10 Stöcke in London (Stevenson et al., 2020) und 27 Stöcke in Ljubljana (“The Bee Path,” 2024). An dieser Stelle sei nochmals angemerkt, dass die verwendeten Daten über die Honigbienenstanddichte für das Jahr 2023 Hochrechnungen darstellen und stellenweise zu einer Unter- bzw. Überschätzung der Honigbienenendichte kommen kann. Aktuell werden Honigbienenstände 2x jährlich durch die jeweiligen Imker:innen gemeldet – einmal im Frühling und einmal im Herbst (Stichtage: 30.April und 31.Oktober). Standortänderungen müssen innerhalb von 7 Tagen, die gänzliche Aufgabe der Bienenhaltung bis zum 1.April des Folgejahres gemeldet werden (VIS). Angaben zu Wanderstöcken konnten für die Studie nicht erhoben werden. Für Studien zum Ressourcenbedarf und der gemeinsamen Ressourcennutzung unterschiedlicher Bienenarten sowie potentiellen Auswirkungen, wären allerdings auch Daten aus den Sommermonaten (Juni/Juli) wertvoll, da hier die Völker, mit durchschnittlich 40.000 Bienen am individuenstärksten sind (Imdorf et al., 2008). Da gleichzeitig zu dieser Jahreszeit auch der Großteil der Massentrachten beschränkt ist (im urbanen Gebiet z.B. nektartragende Bäume) und Honigbienen dann mitunter auf alternative Nektar- und Pollenquellen ausweichen, kann die Konkurrenz um Nahrung mit anderen Bienenarten mitunter ansteigen (Margach et al., 2017).

Eine Akkumulation von Ständen können wir in den Kleingartensiedelungen und dem Friedhof in Penzing sowie im Süden im und rund um den Zentralfriedhof feststellen. Friedhöfe, insbesondere wenig gepflegte Gräberanlagen, sind charakteristisch für ihre hohe Pflanzendiversität und vielfältige Nistmöglichkeiten aufgrund der vielen Kleinstrukturen. In Wien wurden rund 1/5 aller bekannten Wildbienenarten in Friedhöfen nachgewiesen, darunter einige seltene (z.B. der Brutparasit *Nomada atroscutellaris* Strand, 1921) und spezialisierte Arten (z.B. *Andrena curvana* Warncke, 1965; Pachinger et al., 2014). Diese Vorteile sind auch für imkerliche Tätigkeiten nutzbar, was sich an den hohen Honigbienenendichten in Wiener Friedhöfen ableiten lässt. Viele Honigbienen gekoppelt mit einem hohen ökologischen Ähnlichkeitsindex der anzutreffenden Wildbienen, kann zur Überlappung der Nahrungsressourcen führen und somit zu einem erhöhten Konkurrenzdruck durch die Honigbiene (Cappellari et al., 2022).

Hingegen stellt sich die Situation in der inneren Stadt dahingehend dar, dass wir zwar einerseits viele Honigbienenstände verorten, das Blütenpflanzenangebot allerdings erwartend geringer ausfällt als am Stadtrand mit Kleingärten und Friedhöfen. Innerhalb des Gürtels haben wir im Schnitt 7,5 Stände pro km², mit einer durchschnittlichen Anzahl von 4 Völkern pro Stand ergibt das rund 30 Völker pro km². Der durchschnittliche Eintrag von 10kg Pollen pro Volk in drei Sommermonaten entspricht der Versorgung des Eigeleges von ca. 110.000

solitären Wildbienen ähnlicher Körpergröße (Cane & Tepedino, 2017), was bei 30 Völkern umgerechnet die Versorgung von rund 3 Mio. Wildbienenlarven entspricht. Schätzungen zur Folge braucht ein einzelnes Volk ein 13ha großes Gebiet in der Stadt, um die Versorgung mit Pollen und Nektar zu gewährleisten (Patterson 2019; Stevenson et al., 2020). Schlussfolgernd werden in den zentralen Wiener Stadtgebieten ca. viermal mehr Völker betreut als der Lebensraum hergibt. In diesen Gebieten wird eine Erhöhung des Pollen- und Nektarangebotes deshalb dringend empfohlen.

Neben 5 lokalen Erwerbsimker:innen, boomt der Hobby-Imkereisektor in Wien. Insgesamt erhielten wir Angaben von 485 Völkern, die von Hobby-Imker:innen betreut werden. Die urbane Imkerei wird laut einer Studie aus Berlin zur Folge jünger und weiblicher (Lorenz & Stark, 2015; Pütz et al., 2019). Die zugrundeliegenden Motivationen für Hobby-Imker:innen liegen im Umweltschutz und Beitrag zur Nahrungssicherheit (Duarte Alonso et al., 2021). Der Kontakt mit Honigbienen steigert das menschliche Wohlbefinden (Klein et al., 2018), die Natur wird in der Großstadt wieder spürbar.

Diese Naturnähe durch Bienen, meistens die Honigbiene, wurde als aktiven Umweltschutz vermarktet mit dem Ziel das Bienensterben aufzuhalten (Alton & Ratnieks, 2016). Viele Privatpersonen, öffentliche und private Organisationen (z.B. Wiener Umwelthanwaltschaft „Rettet Honey“ 01/2023; „Umweltstadt. Nachrichten der Wiener Umwelthanwaltschaft,“ 2023) Firmen, Institutionen und Einrichtungen (z.B. „Bienen am Wiener Zentralfriedhof“ Friedhöfe Wien GmbH, 2024; „Bienenstock am Dach des Naturhistorischen Museums,“ 2013; „Bienenstöcke am Wiener Rathaus“) sprangen auf diesen Zug auf. Wenn allerdings die Honigbiene als gemanagte Art als gefährdet herangezogen wird und wenn durch die Errichtung von noch mehr Stöcken dem Bienensterben einhalten geboten werden soll, handelt es sich um ein öffentliches Missverständnis bzw. „bee-washing“ (Casanelles-Abella & Moretti, 2022; Colla, 2022). Bee-washing ist eine Weiterentwicklung des Begriffes green-washing (Maclvor & Packer, 2015), und steht häufig im Zusammenhang mit der (vorsätzlichen) Instrumentalisierung der häufigen, domestizierten Honigbiene, indem ihre kommerzielle Nutzung als übermäßig ökologisch vorteilhafte, nachhaltige Praxis beworben wird. Dieser Irrtum kann nach hinten los gehen, indem die lokale Bienenfauna noch mehr unter Druck gerät, z.B. durch Nahrungskonkurrenz (Colla, 2022; Ford et al., 2021, Weissmann et al., 2021). Parallel zu einer bienenökologischen Raumplanung besteht dringender Bedarf an einer öffentlichkeitswirksamen Kommunikation und Aufklärung über die aktuelle Situation der Wildbienen im urbanen Kontext.

5.3 Schutzgebiete und Bienendichte

Für durchschnittlich 18,1 % der rund 167 km² Schutzgebietsfläche konnten wir keine Daten zur lokalen Wildbienenfauna aus der Literatur, Citizen Science Initiativen und institutionellen Datenbanken ausheben. Wir sehen Bedarf, diese, naturschutzfachlich interessanten Gebiete, apidologisch gezielt zu untersuchen.

Neben der aufgedeckten Datenlücken untersuchten wir die Honigbienenstanddichte in den vier Schutzgebietskategorien: Natura 2000, Biosphärenpark, Landschaftsschutzgebiet, Netzwerk Natur. Mehrjährige Experimente in einem mediterranen Naturschutzgebiet zeigten, dass es bei einer Dichte von 14 Völkern pro km² zu einer signifikanten Reduktion von Wildbestäubern und Veränderungen im Bestäubungsnetzwerk mit Konsequenzen für die Reproduktion der Pflanzen kommt (Valido et al., 2019). Aufgrund der sich häufenden Anzeichen der negativen Folgen für Wildbestäuber durch hohe Honigbienenendichten (Gratzer & Brodschneider, 2023; Iwasaki & Hogendoorn, 2022; Mallinger et al., 2017), bemühen sich Expert:innen Empfehlungen für die Imkerei in Schutzgebieten auszusprechen. Steffan-Dewenter & Tscharrntke, 2000; und Torné-Noguera et al., 2016 gaben an, dass die Völkeranzahl in Naturschutzgebieten eine Anzahl von 3,1 bzw. 3,5 pro km² nicht überschreiten sollte mit dem Ziel Wildbienen und andere blütenbesuchende Insekten vor einer möglichen Nahrungskonkurrenz zu bewahren. Während Steffan-Dewenter & Tscharrntke, 2000 in ihrer deutschen Studie keine Angaben zur Schutzgebietskategorie machen, führten Torné-Noguera et al., 2016 die Datenaufnahmen in einem mediterranen Schutzgebiet der Kategorie fünf durch, welches vergleichbar mit dem Schutz- und Nutzungsstatus eines Biosphärenparks ist. Die Überschreitung der max. 3,5 Völker betrifft 3 % die Kernzone, 28 % die Pflegezone und 69 % die Entwicklungszone in Wien. Obwohl für Österreich bzw. Wien vergleichbare Studien fehlen und Ergebnisse aus mediterranen Gebieten nicht direkt vergleichbar sind, gehen wir davon aus, dass hohe Honigbienenendichten auch in Österreich vergleichbare Effekte auf heimische Wildbienen haben.

Wir identifizierten das nördliche Natura 2000 Gebiet in Stammersdorf und Bisamberg als potenziell Konkurrenzgefährdet. Dort dokumentierten wir jeweils 4 Stände pro km² (entspricht durchschnittlich 16 Völkern) bei gleichzeitig hohem Wildbienen Artenreichtum und einer hohen Anzahl seltener Arten. Die Modelrechnungen für Schutzgebietskategorien und die Pollenselektivität von Wildbienen (Abb. 10 & 11) können dahingehend interpretiert werden, dass in Schutzgebieten eine spezialisierte Wildbienengemeinschaft anzutreffen ist.

5.4 Konkurrenz sensible Gebiete und Arten

Konkurrenz sensible Gebiete innerhalb Wiens wurden basierend auf einer Ähnlichkeitsanalyse der blütenbesuchenden Eigenschaften der anzutreffenden Artengemeinschaften errechnet.

Studien zeigten, dass wenn ökologische Eigenschaften, wie die Proboscislänge, Körpergröße, Blütenstetigkeit, Sammelflughöhe oder Familienzugehörigkeit ähnlich sind, Bienen in Folge ähnliche Blütenpräferenzen haben (Cappellari et al., 2022; Demeter et al., 2021). Hohe Honigbiendichten bei einem gleichzeitig hohen Ähnlichkeitsindex können eine erhöhte Ressourcenüberlappung und Nahrungskonkurrenz zwischen wilden und domestizierten Bienen anzeigen. Negative Auswirkungen auf lokale Wildbestäuber können den Artenreichtum (Hudewenz & Klein, 2013), Abundanzen (Henry & Rodet, 2018b), Blütenbesuchsraten (Neumayer, 2006; Torné-Noguera et al., 2016; Weissmann et al., 2021), Reproduktion (Hudewenz & Klein, 2015) und Gesundheit (Genersch et al., 2006) sein und damit auf Art- und Artgemeinschaftsniveau zutreffen.

Unter den seltenen Arten mit einem hohen Ähnlichkeitsindex finden sich z.B. *Anthophora pubescens* (Fabricius 1781, eine im Sommer auftretende Pelzbiene, die in lockeren, sandigen Böden ihre Nester gräbt (Scheuchl & Willner, 2016)). Eine weitere interessante Art ist *Bombus haematurus* Kriechbaumer, 1870, die sich mit der Klimaerwärmung vom Südosten ausbreitet (Pachinger et al. 2019). Die genannten Arten haben mit der Honigbiene ein generalisiertes Pollensammelverhalten (polylektisch), die Größe und, im Fall von *B. haematurus* und anderen Hummelarten, die Eusozialität gemein.

Potentiell konkurrenz sensible Gebiete bei gleichzeitiger Akkumulierung von Ständen liegen, zum Beispiel, in Wien Penzing, rund um den Schönbrunner Schlosspark oder dem Zentralfriedhof (Abb. 8). Maßnahmen sind in diesen Gebieten möglichst rasch zu treffen, um die Artengemeinschaft der dort anzutreffenden Wildbienen zu schützen. In erster Linie sollte hier wieder auf die Erhöhung des Pollen- und Nektarangebotes über die ganze Vegetationsperiode gesetzt werden. In den Gebieten außerhalb von Naturschutzzonen ist ein Untersagen von imkerlicher Tätigkeit aus unserer Sicht keine zu präferierende Maßnahme.

5.1 Städtische Bienen-Lebensraumbewertung und Maßnahmen zur Habitatverbesserung

Städtischer Lebensraum bietet, im Gegensatz zu intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaften, wertvolle Habitate für Wildbienen, allerdings können hohe Honigbiendichten unter defizitärer Ressourcenverfügbarkeit eine Problemquelle für bestimmte Wildbienenarten darstellen (MacKell et al., 2023). Die Stadt mit ihrer kleinstrukturierten Landschaft und klimatischen (z.B. urban heat islands) Sonderstellung kann eine besondere Schutzfunktion für Wildbienen einnehmen.

Folgende Einschätzungen der aktuellen Wild- und Honigbienen Situation in Wien ergeben sich im Zuge des BeEcoVie Projektes. Zusätzlich zur Habitatevaluierung schlagen wir folgende Maßnahmen zur landschaftlichen Qualitätsverbesserung vor. Die statistischen Auswertungen

zeigten vor allem einen Effekt auf seltene Arten in Natura 2000 Gebiete, deshalb geben wir keine konkreten Maßnahmenvorschläge für Biosphärenparks, Landschaftsschutzgebiete bzw. Flächen des Netzwerk Natur Programmes:

I. Innere Stadt: Innerhalb und rund um den Gürtel dokumentierten wir hohe Honigbienenendichten bei gleichzeitig mittleren Wildbienenartenreichtum inklusive einiger seltener Arten (Abb. 2, Abb. 4). Dieses hoch urbanisierte Gebiet mit der dichtesten Bodenversiegelung bietet erwartungsgemäß weniger Ressourcen als grüne (Schutz-) Gebiete am Stadtrand. Speziell für die zentralen Bezirke schlagen wir eine Habitataufwertung im Sinne einer Sicherstellung von ausreichend Blütenpflanzen und Bereitstellung von Nistmöglichkeiten vor. Grünanlagen wie Parks, öffentliche Gärten, Blühstreifen an Verkehrsknotenpunkten bieten bei einer ökologischen, extensiven Bewirtschaftung Lebensraum, Trittsteinhabitate bzw. grüne Korridore (Collins et al., 2024; Zurbuchen & Müller, 2012; Sirohi et al. 2022).

Ein ökologisches Grünraummanagement, welches für den Menschen nutzbar und biodiversitätsfördernd ist, beinhaltet heimische Pflanzenarten bei gleichzeitiger Vermeidung exotischer, insbesondere invasiver Arten (z.B. *Buddleja davidii*) oder Zierpflanzen, ein diverses Pflanzenangebot mit Blühzeiten über die gesamte Vegetationsperiode hinweg und die unbedingte Vermeidung von Pestiziden. Offene Grasnarben und offene Bodenstellen bieten Nistmöglichkeiten für bodennistende Bienenarten, also rund 50 % aller Wildbienenarten (Zurbuchen & Müller, 2012). „Wilde Ecken“ und Benjeshecken in Parkanlagen könnten nicht nur Bienen, sondern vielen anderen Insekten, Unterschlupf, Nistmöglichkeit und Nahrung bieten (Kratschmer et al. 2024).

II. Friedhöfe: Unsere Analysen und vorangegangene Projekte (Pachinger et al., 2014) zeichnen Friedhöfe als wertvolle Lebensräume für eine hohe Artenvielfalt aus und weisen gleichzeitig hohe Honigbienenendichten auf. Neben den privat betreuten Grabstätten, spielen öffentliche Flächen betreut von den Friedhofsverwaltungen für die lokale Biodiversität eine große Rolle. Ein wie oben dargestelltes ökologisches Grünraummanagement mit entsprechender Schulung bzw. Aufklärung der zuständigen Stellen ist notwendig, vor allem in jenen Gebieten mit hohen ökologischen Ähnlichkeitswerten (siehe 5.4).

III. Naturschutzgebiete - Natura 2000: Laut telefonischer Auskunft von A. Mrkvicka (MA49) gibt es bereits Regulationen betreffend die Haltung von Honigbienenenvölkern in Natura 2000 Gebieten. In unseren statistischen Auswertungen zeigt sich ein positiver Effekt von Natura 2000 Gebieten auf die ökologische Ähnlichkeit von seltenen Arten und der Honigbiene (Estimate = 0,71; $p = 0,03$), was zu einer räumlich auftretenden Konkurrenz um Nahrungsressourcen führen kann. Diese Situation wiederum, kann sich negativ auf die schützenswerte Wildbienenfauna auswirken. In diesem Zusammenhang sind die Gebiete

in Stammersdorf und am Bisamberg hervorzuheben (Abb. 2 & 8), welche sich durch eine hohe Diversität und hohe Anzahl seltener Arten auszeichnen bei gleichzeitig vorkommender hoher ökologischer Ähnlichkeit zur Honigbiene. Basierend auf unseren Auswertungen unterstützen wir die Bestrebungen der eingeschränkten Haltung von Völkern seitens der MA49 in Natura 2000 Gebieten mit Ausnahme der Belegstelle im Lainzer Tiergarten.

- IV. Naturschutzgebiete - Biosphärenpark: Aufgrund der geringen Variablenrelevanz der Biosphärenparks für die ökologische Ähnlichkeit zwischen Wild- und Honigbienen können wir hier keine Empfehlungen geben.
- V. Pufferzonen: Zusätzlich zu den Regulierungsmaßnahmen in Natura 2000 Gebieten empfehlen wir die Anlegung von Pufferzonen um Natura 2000 Gebiete. Ein Mindestabstand von 0,9km und im Falle einer konservativeren Regulierung bis 1,2km zur Schutzgebietsfläche bei neu aufzustellenden Völkern bildet diese Pufferzone um der Wildbienenfauna ausreichend Rückzugsmöglichkeit zu gewähren und den Einflussbereich von Honigbienen reduzieren (Henry & Rodet 2020).
- VI. Die Implementierung einer extensiven Bewirtschaftung von besonders schützenswerten Flächen, z.B. Magerwiesen oder Randstreifen, aber wo auch immer möglich und auch im Stadtzentrum beinhaltet ausgewählte Mahdzeitpunkte und Mahdhäufigkeiten sowie den Abtransport des Mähgutes und die Verwendung nicht-rotierender Mähwerke für eine effektive Habitataufwertung (Humbert et al., 2009; Wastian et al., 2016, Wintergerst et al., 2021). Wir schlagen eine Mosaikmahd an zwei Zeitpunkten im Jahr (Juni/August) vor. Erste Schritte in diese Richtung erfolgten z.B. am AKH Campus auf Initiative einiger Studierenden bzw. Gemeinschaftsgärtner:innen. Wir empfehlen eine Ausweitung im öffentlichen Grünraummanagement dieser Praxis.
- VII. Als wesentlichen Punkt, sehen wir einen Bedarf an Kommunikation und einen öffentlichen, wertschätzenden Diskurs seitens verschiedener Interessensgruppen. Scheinbar ungepflegte Strukturen (z.B. wilde Ecken, Mosaikmahd) im öffentlichen Grünraum erfordern Akzeptanz der breiten Bevölkerung. Diese Akzeptanz bedarf Hintergrundwissen und Aufklärung seitens der zuständigen Stellen.

Die Implementierung von Regularien betreffend die Wiener Imkerei bedarf ebenso einer Kommunikation angepasst auf diese Interessensgruppe. Im Zuge der Zusammenarbeit mit einigen Imker:innen vernahmen wir einerseits eine teilweise angespannte Situation der Imkerei und den zuständigen Behörden der Stadt Wien. Neue Regularien, die stellenweise mitunter eine Verschärfung der Vorschriften beinhalten, würden diese Fronten verhärten. Andererseits zeigten der persönliche Austausch und die Kommentare (Kapitel 5.2) aus der Imkerschaft, dass die Ziele einzelner Interessensgruppen sich sehr wohl decken, z.B. die Aufwertung des Lebensraums durch die Schaffung an Nahrungsressourcen, um inter- und

intra-artliche Konkurrenz zu vermeiden. Eine Kommunikationsstrategie mit dem Ziel einer Zusammenarbeit verschiedener Interessensgruppen für eine ökologische, nachhaltige und biodiversitätsreiche Stadt Wien muss, aus unserer Sicht, als Maßnahme mitbedacht werden.

5.2 Anregungen von Wiener Imker:innen

Im Zuge der Projektvorstellung wurde der Bedarf an Kommunikation mit Entscheidungsträgern der Stadt Wien offensichtlich. Teilweise erkannten wir verhärtete Fronten zwischen Imker:innen und Entscheidungsträgern, was zum Beispiel die sehr geringe Teilnahme von Mitgliedern eines Imkerverein im Nordosten Wiens an unserem Fragebogen erklären könnte (mündl. Mitteilung; Tab. 1). Wir boten allen Teilnehmenden an, eine Vermittlerfunktion im Rahmen des Projektes einzunehmen und sammelten Anregungen und Kritikpunkte seitens praktizierender Imker:innen für biodiversitätsfördernde Maßnahmen in Wien (Tab. 2).

Tabelle 1: Von 101 von insgesamt 130 Teilnehmenden erhielten wir die Information der Vereinszugehörigkeit. Vereinsmitglieder östlich der Donau des Imkervereins Floridsdorf und Donaustadt waren an der Umfrage weniger beteiligt.

Anzahl Teilnehmenden	% Teilnehmende per Verein	Anzahl Mitglieder	Vereinsmitgliedschaften
32	19%	170	Imkerinnen und Imker Wien West
21	17%	122	Bienenzuchtverein Wien West
17	20%	85	Bienenzuchtverein Rodaun
10	25%	40	Bienenzuchtverein Wien Westend
5	13%	40	Imkerverein Floridsdorf
5	5%	100	Imkerverein Donaustadt
2	2%	100	Bienenzuchtverein Wien - OG1
5			Vereinsmitglied außerhalb Wiens
4			Sonstiges
101	15%	657	Summe

Tabelle 2: An der Umfrage teilnehmende Imker:innen sammelten Kommentare und Anregungen für die Stadt Wien mit dem Ziel die Biodiversität in der Stadt zu erhalten und die Imkerei ökologisch zu praktizieren. Die Anregungen wurden anonym gesammelt und werden in der Tabelle sinngemäß wiedergegeben.

Anzahl der Teilnehmenden	Anregungen
9	Grünraummanagement mit für Bienen nützliche Blütenpflanzen
5	weniger Bodenversiegelung
4	ökologisch-orientierte Baumpflege

2	Pestizidverbot in der Stadt
2	Schulungsangebote
1	Partizipation der Bevölkerung bei Landschaftsplanung
1	Schottergärten verbieten
1	Finanzielle Unterstützung der Imkerei seitens der Stadt
1	Dachbegrünungen fördern

Die Imker:innen regten am häufigsten die Wichtigkeit eines ökologischen Grünraummanagements an. Sinnvoll ist das Setzen von heimischen Baumarten mit unterschiedlichen Blühzeitpunkten (z.B. Weiden im Frühjahr, Linde im Sommer) und der Vermeidung von Alleen mit nur einer Baumart, Förderung von Sträuchern und blütenreichen Grünstreifen in der Stadt. Im Zuge des Grünraummanagements wurden zweimal die Nutzung von Obstbäumen im Stadtbild als Nahrungsquelle für Insekten, Vögel und Menschen angesprochen. Bäume bedürfen gezielter Pflege, laut Imker:innen kam es in den letzten Jahren aufgrund von Hitzeperioden und folglich Dürre zu Nektarknappheit, die durch eine Bewässerung abgemildert werden könnte. Weiters sehen es einige Teilnehmende zu Recht kritisch, dass die Baumpflege vor oder bei voller Blüte von z.B. Linden durchgeführt wird. Wir empfehlen ein solches Missmanagement in Zukunft unbedingt zu vermeiden.

Die Imker:innen beobachten eine zunehmende Bodenversiegelung bei gleichzeitigem Grünraumschwund und fordern die Stadt Wien bzw. Landwirte, besonders im Weinbau, auf Pestizide zu verzichten.

Bemerkenswerte Anregungen betreffen das Informations- und Teilhabebedürfnis der Imker:innen im öffentlichen Diskurs über eine biodiversitätsreiche Stadt Wien. Es wurden Informationsveranstaltungen für Firmen angeregt mit dem Ziel bienen-freundliche Maßnahmen zu implementieren und bee-washing Kampagnen zu verhindern (siehe Punkt 5.2). Auch ein situationsangepasstes Schulungsangebot für Amtstierärzt:innen bzgl. der Infektionskrankheiten bei Honigbienen ist den Imker:innen ein Anliegen.

5.3 Einschätzungen seitens Wiener Wildbienenexpert:innen

Insgesamt wurden zehn Wiener Wildbienenexpert:innen angefragt, wobei lediglich zwei Expert:innen bereit waren eine Auskunft über besonders artenreiche Gebiete innerhalb der Wiener Stadtgrenzen zu geben. Sie schätzten die Situation der urbanen Imkerei im Hinblick ein und gaben Anregungen, welche Schritte die Stadtverwaltung zur Habitataufwertung leisten könnte.

Besonders wertvolle Gebiete hinsichtlich der Wildbienen Fauna liegen laut Exper:inneneinschätzungen an den Stadträndern, z.B., am Bisamberg, Lobau, Perchtoldsdorfer Heide, Eichkogel, Gießhübel oder in Oberlaa. Aber auch größere Parks im

Stadtzentrum können durch einen Strukturreichtum und ein reiches Blütenangebot artenreich sein. Der „Garten der Vielfalt“ der Bio Forschung Austria in Essling wird als eines der artenreichsten, bisher untersuchten Gebiete angesichts der geringen Größe angegeben (Zettel et al., 2018). Allerdings sehen Expert:innen auch Lücken in der Erfassung, z.B. wurden Sandgebiete im Nordosten Wiens bisher nur spärlich untersucht. Solch naturschutzfachlich besonders wertvolle Gebiete können leider gar nicht schnell genug untersucht werden, wie die Habitatdegradierung aufgrund der intensiven Landwirtschaft und Flächenversiegelung voranschreitet. Somit gehen zunehmend wertvolle Flächen verloren und wichtige ruderale Rückzugsorte für viele Tiere und Pflanzen, wie z.B. Nordbahnhofgelände im 2. Bezirk, verschwinden.

Hinsichtlich einer potentiellen Nahrungskonkurrenz zwischen Wild- und Honigbienen sehen Expert:innen die Sommermonate mit Trockenperioden und der großflächiger Mahd problematisch. Schutzgebiete und wertvolle Habitats (z.B. Wienerwaldwiesen, Gebiete der Alten Schanzen) sollten zum Schutze der Wildbienen frei von Honigbienenständen bleiben. Ebenfalls wurde das bee-washing angesprochen und die Produktion von Honig an Wiener Institutionen (Staatsoper, Museen, Wiener Linien etc.) sei als ökologische Kampagne äußerst kritisch zu betrachten. Eine breite gesellschaftliche Aufklärung über den eigentlichen Nutzen von wilden und domestizierten Bestäubern ist, aus Sicht der Expert:innen, dringend notwendig.

Neben einer biodiversitätsfördernden Aufklärungsarbeit, sehen Expert:innen Verbesserungsbedarf seitens der Stadtverwaltung im biologischen Landbau, Grünraummanagement (z.B. Mosaikmahd) und einem Verbot/Reduktion von Bioziden. In diesem Punkt und in der Förderung blüten- und strukturreicher öffentlicher Grünanlagen stimmen Expert:innen und Imker:innen überein. Wildbienen Expert:innen regen zudem an, dass in und um Biodiversitätshotspots die imkerliche Praxis strenger reguliert wird und ein „Honigbienenführerschein“ eingeführt wird mit Inhalten einer ökologischen, nachhaltigen Imkerpraxis. Erste Initiativen zur Ausbildung von Imker:innen über Wildbienen gibt es rezent in Wien beispielsweise bereits vom Wiener Bienenzentrum, wo im Einsteigerkurs auch ein Wildbienenmodul angeboten wird.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Initialstudie unterstreichen, dass Wien zurecht als urbaner Wildbienen Hotspot Europas bezeichnet werden kann. Selbst im Stadtzentrum beheimatet Wien einen hohen Artenreichtum an Wildbienen mit stellenweise vielen seltenen Arten. Schutzgebiete, vor allem Natura 2000 Gebiete, weisen eine besonders hohe Wildbienenendiversität auf. Die dort vorkommenden Artgemeinschaften weisen wir als schützenswert aus, allerdings ermittelten wir in diesen Gebieten auch viele seltene Wildbienenarten mit hoher ökologischer Ähnlichkeit

zu Honigbienen. Die Anzahl der Honigbienenstände ist lt. Daten aus dem Jahr 2023 gebietsweise, so etwa im Süden beim Wiener Zentralfriedhof, im Nordwesten Penzings, in den südöstlichen Randbereichen des Wiener Waldes und im Stadtzentrum innerhalb des Gürtels, besonders hoch. Verglichen zu anderen europäischen Städten weist Wien mit etwa 14 Stöcken/km² eine ähnliche bzw. höhere Honigbienenendichte wie Berlin (8-13 Stöcke/km², Pütz et al., 2019) oder London (10 Stöcke/km²) auf.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen betreffen einerseits stark urbanisierte Gebiete, v.a. im Stadtzentrum. Vor allem in jenen Bereichen wo eine hohe Wildbienenendiversität und/oder eine hohe ökologische Ähnlichkeit von Wildbienen und Honigbienen auf eine hohe Honigbienenendichte treffen, wird die Verbesserung der Lebensraumqualität empfohlen. Andererseits stellen Schutzgebiete innerhalb der Stadtgrenzen eine landschaftliche und faunistische Besonderheit dar, der es gilt mit entsprechenden Maßnahmen gerecht zu werden. In Natura 2000 Gebieten kann aus wissenschaftlicher Sicht der Vorstoß zu Regulationsmaßnahmen seitens der Stadt Wien zugestimmt werden. Zudem schlagen wir die Anlage von Pufferzonen von 0,9-1,2km um diese besonders schützenswerten Gebiete vor (Henry & Rodet, 2020). Wichtig ist jedoch Imker:innen in diesen Gebieten nicht ohne Alternativen zurück zu lassen. Um die Akzeptanz solcher einschränkenden Maßnahmen bei den Wiener Imker:innen zu erwirken, sind aus unserer Sicht zwei wesentliche Maßnahmen notwendig: A) eine Dialogbereitschaft und ein Informationsfluss zwischen der zuständigen Behörde und den Imker:innen und B) die Schaffung und Ermöglichung attraktiver Ausweichmöglichkeiten für die Imkerei.

Weitere Schritte wären dringend nötig, um die imkerlichen Bewirtschaftung im Einklang mit der lokalen Biodiversität zu ermöglichen. Zunächst sollte die Tragfähigkeit einzelner Lebensräume berechnet werden. Die Tragfähigkeit für Bienen ist eine ökologische Methode zur Berechnung wieviel Nahrungsressourcen für die geschätzte Anzahl der Nutzer vorhanden sind. In einem weiteren Schritt sollte die Lebensraumbewertung feinskalierter vorgenommen werden. Die hier laut Publikationen (cf. Henry & Rodet, 2020; Ropars et al., 2020; Zurbuchen et al., 2010) standardisierte Rasterzellengröße von 1km² können aber in reichstrukturierten städtischen Gebieten zu grob sein. Deshalb wäre es wichtig die Tragfähigkeit in einer räumlich und zeitlich feinskalierteren Lebensraumbewertung darzustellen. Zusätzlich schlagen wir vor, unterschiedlicher Lebensraumtypen und Pflanzenarten hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit (Nistmöglichkeit, Pollen- und Nektarverfügbarkeit) für Bienen zu berücksichtigen. Bisherige Studien zur Tragfähigkeit werteten jeglichen urbanen Grünraum qualitativ gleichwertig (Casanelles-Abella et al., 2022). Die Unterlassung einer Unterscheidung von unterschiedlichen Lebensraumtypen, z.B. Fußballfeld als ökologische Wüste und einer strukturreichen Parkanlage, führt unserer Meinung nach zu stark vereinfachten Ergebnissen.

7 Durchgeführte Dissemination

Poster und Vorträge

Wie viele Bienen passen in die Stadt? Eine Initialstudie zur bienenökologischen Raumplanung Wiens. Lanner, J; Unglaub, P.; Pachinger, B.; Kratschmer, S.; Österreichische Entomologische Gesellschaft 03/2024

Die bienenökologische Raumplanung Österreichs: Eine Initialstudie für Wien. Lanner, J; Kratschmer, S.; Vollversammlung des Österreichischen Wildbienenrates 10/2023

BeEcoVIE: Initialstudie zur bienenökologischen Raumplanung in Wien. Kratschmer, S.; Treffen des Landesverbandes für Bienenzucht in Wien 12/23

Populärwissenschaftliche Beiträge

Blogartikel „Wildbienen“ für Wiener Bezirksimkerei. Lanner J, Kratschmer S.; <https://wiener-bezirksimkerei.at/blog/was-gibt-es-zu-erzaehlen-1/post/wildbienen-5>; online seit 03/2024

Verbesserung für Stadtbienen in Wien. Lanner J, Kratschmer S.; Bienenaktuell 12/2023

Reel in social media über das Projekt: <https://www.facebook.com/reel/1521136838728847>

8 Danksagung

Besonderen Dank sind wir den Wiener Imker:innen verpflichtet, die unsere Studie mit der Beantwortung und der Erstellung von Fragebögen unterstützten. Die Zusammenarbeit mit Matthias Kopetzky, Marian Aschenbrenner, Daniel Pfeifenberger und den Vereinsobleuten war maßgeblich für das Gelingen des Projektes. Wir danken folgende Kolleg:innen für die Unterstützung des Projektes durch die Bereitstellung von Daten bzw. Zugang zu Datenbanken Peter Unglaub, Bärbel Pachinger, Stuart Roberts, Simon Potts, Michael Kuhlmann, Loïc Heller, Dominique Zimmermann. Wir bedanken uns bei Christa Rohrbach für die technische Unterstützung bei der räumlichen Auswertung. Wir bedanken uns bei den Wiener Wildbienen-Expert:innen für die Auskunft bei spezifischen Fragen: Herbert Zettel, Sylvia Wanzeböck und Heinz Wiesbauer. Großem Dank sind wir unseren Ansprechpartnern seitens der Stadt Wien - Josef Mikocky und Alexander Mrkvicka – verpflichtet.

9 Literaturquellen

Agrarwesen [WWW Document], n.d. . Stadt Wien. URL <https://www.wien.gv.at/umwelt/wasserrecht/agrarwesen/index.html> (accessed 5.24.24).

Alton, L.A., Ratnieks, F.L.W., 2016. Roof Top Hives: Practical Beekeeping or Publicity Stunt? *Bee World* 93, 64–67.

Aronson, M., Lepczyk, C., Evans, K., Goddard, M., Lerman, S., MacIvor, J.S., Nilon, C., Vargo, T., 2017. Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15. <https://doi.org/10.1002/fee.1480>

Baldock, K.C.R., 2020. Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities. *Current Opinion in Insect Science* 38, 63-71. [10.1016/j.cois.2020.01.006](https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.01.006)

Baldock, K.C.R., Goddard, M.A., Hicks, D.M., Kunin, W.E., Mitschunas, N., Osgathorpe, L.M., Potts, S.G., Robertson, K.M., Scott, A.V., Stone, G.N., Vaughan, I.P., Memmott, J., 2015. Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282, 20142849. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2849>

Banaszak-Cibicka, W., 2014. Are urban areas suitable for thermophilic and xerothermic bee species (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes)? *Apidologie* 45, 145–155. <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0232-7>

Bienenstock am Dach des Naturhistorischen Museums [WWW Document], 2013. . Naturhistorisches Museum Wien. URL https://www.nhm-wien.ac.at/presse/neu_bienenstock_am_dach_des_naturhistorischen_museums (accessed 5.21.24).

Bienenstöcke am Wiener Rathaus [WWW Document], n.d. . wien.gv.at. URL <https://www.wien.gv.at/umwelt-klimaschutz/bienen-rathaus.html> (accessed 5.21.24).

Brittain, C., Williams, N.M., Kremen, C., Klein, A.-M., 2013. Synergistic effects of non- Apis bees and honey bees for pollination services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280, 20122767. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.2767>

Brooks, M.E., Kristensen, K., Benthem, K.J. van, Magnusson, A., Berg, C.W., Nielsen, A., Skaug, H.J., Mächler, M., Bolker, B.M., 2017. glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal* 9, 378–400.

Cane, J.H., Tepedino, V.J., 2017. Gauging the Effect of Honey Bee Pollen Collection on Native Bee Communities. *Conservation Letters* 10, 205–210. <https://doi.org/10.1111/conl.12263>

Cappellari, A., Bonaldi, G., Mei, M., Paniccchia, D., Cerretti, P., Marini, L., 2022. Functional traits of plants and pollinators explain resource overlap between honeybees and wild pollinators. *Oecologia* 198, 1019–1029. <https://doi.org/10.1007/s00442-022-05151-6>

Casanelles-Abella, J., Moretti, M., 2022. Challenging the sustainability of urban beekeeping using evidence from Swiss cities. *npj Urban Sustainability* 2, 1–5. <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00046-6>

Colla, S.R., 2022. The potential consequences of ‘bee washing’ on wild bee health and conservation. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 18, 30–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.03.011>

Collins, C.M. (Tilly), Audusseau, H., Hassall, C., Keyghobadi, N., Sinu, P.A., Saunders, M.E., 2024. Insect ecology and conservation in urban areas: An overview of knowledge and needs. *Insect Conservation and Diversity* 17, 169–181. <https://doi.org/10.1111/icad.12733>

Demeter, I., Balog, A., Sárospataki, M., 2021. Variation of Small and Large Wild Bee Communities Under Honeybee Pressure in Highly Diverse Natural Habitats. *Front. Ecol. Evol.* 9, 750236. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.750236>

Duarte Alonso, A., Kok, S.K., O’Shea, M., 2021. Perceived contributory leisure in the context of hobby beekeeping: a multi-country comparison. *Leisure Studies* 40, 243–260. <https://doi.org/10.1080/02614367.2020.1810303>

environnement.brussels [WWW Document], n.d. URL <https://environnement.brussels/citoyen/lenvironnement-bruxelles/transformer-bruxelles-durablement/que-produire-en-ville#lapiculture> (accessed 5.21.24).

Fontaine, C., Dajoz, I., Meriguet, J., Loreau, M., 2005. Functional Diversity of Plant–Pollinator Interaction Webs Enhances the Persistence of Plant Communities. *PLoS Biol* 4, e1. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040001>

Ford, A.T., Ali, A.H., Colla, S.R., Cooke, S.J., Lamb, C.T., Pittman, J., Shiffman, D.S., Singh, N.J., 2021. Understanding and avoiding misplaced efforts in conservation.

Fortel, L., Henry, M., Guilbaud, L., Guirao, A.L., Kuhlmann, M., Mouret, H., Rollin, O., Vaissière, B.E., 2014. Decreasing Abundance, Increasing Diversity and Changing Structure of the Wild Bee Community (Hymenoptera: Anthophila) along an Urbanization Gradient. *PLoS ONE* 9, e104679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104679>

Fox, G., Vellaniparambil, L.R., Ros, L., Sammy, J., Preziosi, R.F., Rowntree, J.K., 2022. Complex urban environments provide *Apis mellifera* with a richer plant forage than suburban and more rural landscapes. *Ecology and Evolution* 12, e9490. <https://doi.org/10.1002/ece3.9490>

Friedhöfe Wien GmbH, 2024. Bienen am Wiener Zentralfriedhof [WWW Document]. URL <https://www.friedhoefewien.at/bienen-am-wiener->

zentralfriedhof#:~:text=Damit%20die%20Bienen%20ungehindert%20am,Bäumen%2C%20St
räuchern%20und%20einem%20Biotop. (accessed 5.29.24).

Garibaldi, L.A., Bartomeus, I., Bommarco, R., Klein, A.M., Cunningham, S.A., Aizen, M.A., Boreux, V., Garratt, M.P.D., Carvalheiro, L.G., Kremen, C., Morales, C.L., Schüepp, C., Chacoff, N.P., Freitas, B.M., Gagic, V., Holzschuh, A., Klatt, B.K., Krewenka, K.M., Krishnan, S., Mayfield, M.M., Motzke, I., Otieno, M., Petersen, J., Potts, S.G., Ricketts, T.H., Rundlöf, M., Sciligo, A., Sinu, P.A., Steffan-Dewenter, I., Taki, H., Tscharntke, T., Vergara, C.H., Viana, B.F., Wojciechowski, M., 2015. EDITOR'S CHOICE: REVIEW: Trait matching of flower visitors and crops predicts fruit set better than trait diversity. *Journal of Applied Ecology* 52, 1436–1444. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12530>

Geldmann, J., González-Varo, J.P., 2018. Conserving honey bees does not help wildlife. *Science* 359, 392–393. <https://doi.org/10.1126/science.aar2269>

Genersch, E., Yue, C., Fries, I., de Miranda, J.R., 2006. Detection of Deformed wing virus, a honey bee viral pathogen, in bumble bees (*Bombus terrestris* and *Bombus pascuorum*) with wing deformities. *Journal of Invertebrate Pathology* 91, 61–63.

Goulson, D., 2003. Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34, 1–26. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>

Gratzer, K., Brodschneider, R., 2023. Die Konkurrenz von Honigbienen und Wildbienen im kritischen Kontext und Lektionen für den deutschsprachigen Raum.

Henry, M., Rodet, G., 2018a. Controlling the impact of the managed honeybee on wild bees in protected areas. *Scientific Reports* 8, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27591-y>

Henry, M., Rodet, G., 2018b. Controlling the impact of the managed honeybee on wild bees in protected areas. *Sci Rep* 8, 9308. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27591-y>

Henry M, Rodet G (2020) The apiary influence range_ A new paradigm for managing the cohabitation of honey bees and wild bee communities. *Acta Oecologica*

Hothorn, T., Hornik, K., Zeileis, A., 2006. Unbiased Recursive Partitioning: A Conditional Inference Framework. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 15, 651–674. <https://doi.org/10.1198/106186006X133933>

Hudewenz, A., Klein, A.-M., 2015. Red mason bees cannot compete with honey bees for floral resources in a cage experiment. *Ecology and Evolution* 5, 5049–5056. <https://doi.org/10.1002/ece3.1762>

Hudewenz, A., Klein, A.-M., 2013. Competition between honey bees and wild bees and the

role of nesting resources in a nature reserve. *J Insect Conserv* 17, 1275–1283.
<https://doi.org/10.1007/s10841-013-9609-1>

Humbert J-Y, Ghazoul J, Walter T (2009) Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 130:1–8.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.11.014>

Imdorf A, Ruoff K, Fluri P (2008) Volksentwicklung bei der Honigbiene. *Alp forum*

IPBES, 2016. Summary for policymakers of the assessment report of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services (IPBES) on pollinators, pollination and food production, UNEP/GRID Europe. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Plattform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090102>

Isaacs, R., Williams, N., Ellis, J., Pitts-Singer, T.L., Bommarco, R., Vaughan, M., 2017. Integrated Crop Pollination: Combining strategies to ensure stable and sustainable yields of pollination-dependent crops. *Basic and Applied Ecology* 22, 44–60.
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.07.003>

Iwasaki, J.M., Hogendoorn, K., 2022. Mounting evidence that managed and introduced bees have negative impacts on wild bees: an updated review. *Current Research in Insect Science* 2, 100043. <https://doi.org/10.1016/j.cris.2022.100043>

Kendall, L., Bartomeus, I., Sutter, L., 2018. pollimetry: Estimate Pollinator Body Size and Co-Varying Ecological Traits.

Kendall, L.K., Rader, R., Gagic, V., Cariveau, D.P., Albrecht, M., Baldock, K.C.R., Freitas, B.M., Hall, M., Holzschuh, A., Molina, F.P., Morten, J.M., Pereira, J.S., Portman, Z.M., Roberts, S.P.M., Rodriguez, J., Russo, L., Sutter, L., Vereecken, N.J., Bartomeus, I., 2019. Pollinator size and its consequences: Robust estimates of body size in pollinating insects. *Ecol Evol* 9, 1702–1714. <https://doi.org/10.1002/ece3.4835>

Kleijn, D., Biesmeijer, K., Dupont, Y.L., Nielsen, A., Potts, S.G., Settele, J., 2018. Bee conservation: Inclusive solutions. *Science* 360, 389–390.
<https://doi.org/10.1126/science.aat1535>

Klein, A.-M., Boreux, V., Fornoff, F., Mupepele, A.-C., Pufal, G., 2018. Relevance of wild and managed bees for human well-being. *Current Opinion in Insect Science, Ecology • Parasites/Parasitoids/Biological control* 26, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.011>

Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.

Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274, 303–313.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

Kratschmer S, Hauer J, Zaller JG, et al (2024) Hedgerow structural diversity is key to promoting biodiversity and ecosystem services: A systematic review of Central European studies. *Basic and Applied Ecology* 78:28–38. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2024.04.010>

Kratschmer, S., Zettel, H., Ockermüller, E., Zimmermann, D., Schoder, S., Neumayer, J., Gusenleitner, F., Zenz, K., Mazzucco, K., Ebmer, A.W., Kuhlmann, M., 2021. Threat Ahead? An Experts' Opinion on the Need for Red Lists of Bees to Mitigate Accelerating Extinction Risks – The Case of Austria. *Bee World* 1–4. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2021.1940734>

Laliberté, E., Legendre, P., 2010. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology* 91, 299–305. <https://doi.org/10.1890/08-2244.1>

Laliberté, E., Legendre, P., Shipley, B., 2014. FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology.

Lanner, J., Kratschmer, S., Petrović, B., Gaulhofer, F., Meimberg, H., Pachinger, B., 2020. City dwelling wild bees: how communal gardens promote species richness. *Urban Ecosystems* 23, 271–288. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00902-5>

Lorenz, S., Stark, K., 2015. Saving the honeybees in Berlin? A case study of the urban beekeeping boom. *Environmental Sociology* 1, 116–126. <https://doi.org/10.1080/23251042.2015.1008383>

MacIvor, J.S., Packer, L., 2015. 'Bee Hotels' as Tools for Native Pollinator Conservation: A Premature Verdict? *PLoS ONE* 10, e0122126. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122126>

MacKell, S., Elsayed, H., Colla, S., 2023. Assessing the impacts of urban beehives on wild bees using individual, community, and population-level metrics. *Urban Ecosyst* 26, 1209–1223. <https://doi.org/10.1007/s11252-023-01374-4>

Magistrat der Stadt Wien, 2019. Bienenvölker in Wien [WWW Document]. Stadt Wien. URL <https://www.wien.gv.at/umwelt-klimaschutz/bienen-wien.html> (accessed 3.3.19).

Magrach, A., González-Varo, J.P., Boiffier, M., Vilà, M., Bartomeus, I., 2017. Honeybee spillover reshuffles pollinator diets and affects plant reproductive success. *Nature Ecology and Evolution* 1, 1299–1307. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0249-9>

Mallinger, R.E., Gaines-Day, H.R., Gratton, C., 2017. Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature 12, e0189268.

Meyer, P., Pachinger, B., 2021. Parkanlagen im Südosten von Wien (Österreich) -

Diversitätsinseln für Wildbienen (Hymenoptera: Anthophila). Beiträge zur Entomofaunistik 22, 201–226.

Michener, C., 2007. The Bees of the World, 2nd edn. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Neumayer, J., 2006. Einfluss von Honigbienen auf das Nektarangebot und auf autochthone Blütenbesucher. Entomologica Austriaca 13, 7–14.

Ockermüller, E., Zettel, H., Schoder, S., Link, A., 2020. Erfassung der WildbienenDiversität im Rahmen des Projektes „AgriNatur AT-HU“. Unveröffentlichter Projektbericht im Auftrag der Bioforschung Austria 1–75.

Pachinger, B., Kratschmer, S., Ockermüller, E., Neumüller, U., 2019. Notizen zum Vorkommen und zur Ausbreitung ausgewählter Wildbienenarten (Hymenoptera: Anthophila) in den Agrarräumen Ost-Österreichs. Beiträge zur Entomofaunistik 20, 177–198.

Pachinger, B., Neumüller, U., Eckl, L.-M., Schleder, M.-L., Schabelreiter, S., 2014. Friedhöfe als Rückzugsraum für Wildbienen (Hymenoptera: Apidae) in der Grossstadt Wien. Beiträge zur Entomofaunistik 15, 81–93.

Patterson M (2019) The Need for Adequate Forage and Nutrition for Honey Bees. In: Api:Culture. <https://www.apicultural.co.uk/the-need-for-adequate-forage-and-nutrition-for-honey-bees>. Accessed 18 Jun 2024

Pütz, G., Hochmuth, H., Schwemmer, C., 2019. Strategie zum Schutz und zur Förderung von Bienen und anderen Bestäubern in Berlin. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 5–41.

R Core Team, 2021. RStudio: Integrated Development for R.

Ropars, L., Affre, L., Schurr, L., Flacher, F., Genoud, D., Mutillod, C., Geslin, B., 2020. Land cover composition, local plant community composition and honeybee colony density affect wild bee species assemblages in a Mediterranean biodiversity hot-spot. Acta Oecologica 104, 103546. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103546>

Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G., 2019a. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. Biological Conservation 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>

Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G., 2019b. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. Biological Conservation 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>

Scheuchl, E., Willner, W., 2016. Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas: Alle Arten im Porträt. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim.

Schoder, S., Zettel, H., 2019. Erhebung der Wildbienenfauna (Hymenoptera: Apidae) im Wiener Prater, Österreich. *Beiträge zur Entomofaunistik* 20, 215–247.

Sirohi, M.H., Jackson, J., Ollerton, J., 2022. Plant–bee interactions and resource utilisation in an urban landscape. *Urban Ecosyst* 25, 1913–1924. <https://doi.org/10.1007/s11252-022-01290-z>

Stadt Wien, Vienna GIS, 2017. Naturschutz in Wien - Schutzgebiete und Schutzobjekte [WWW Document]. Geografisches Informationssystem der Stadt Wien. URL <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/umweltgut/pdf/naturschutz-ueberblick.pdf> (accessed 5.29.24).

Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T., 2000. Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia* 122, 288–296. <https://doi.org/10.1007/s004420050034>

Stevenson, P.C., Bidartondo, M.I., Blackhall-Miles, R., Cavagnaro, T.R., Cooper, A., Geslin, B., Koch, H., Lee, M.A., Moat, J., O’Hanlon, R., Sjöman, H., Sofo, A., Stara, K., Suz, L.M., 2020. The state of the world’s urban ecosystems: What can we learn from trees, fungi, and bees? *PLANTS, PEOPLE, PLANET* 2, 482–498. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10143>

Tautz, J., 2012. *Phänomen Honigbiene*, Springer-Spektrum Verlag Berlin Heidelberg, korrigierter Nachdruck

The Bee Path [WWW Document], 2024. URL <https://www.ljubljana.si/en/ljubljana-for-you/environmental-protection/the-bee-path/> (accessed 5.21.24).

Torné-Noguera, A., Rodrigo, A., Osorio, S., Bosch, J., 2016. Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic and Applied Ecology* 17, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.11.004>

Umweltstadt. Nachrichten der Wiener Umweltschutzbehörde [WWW Document], 2023. URL <https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/umweltstadt-13-01.pdf> (accessed 5.21.24).

Valido, A., Rodríguez-Rodríguez, M.C., Jordano, P., 2019. Honeybees disrupt the structure and functionality of plant-pollinator networks. *Sci Rep* 9, 4711. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41271-5>

Wang, Y., Naumann, U., Eddelbuettel, D., Wilshire, J., Warton, D., Byrnes, J., Silva, R. dos S., Niku, J., Renner, I., Wright, S., 2022. *mvabund: Statistical Methods for Analysing Multivariate Abundance Data*.

Wastian L, Unterweger PA, Betz O (2016) Influence of the reduction of urban lawn mowing on wild bee diversity (Hymenoptera, Apoidea). *Journal of Hymenoptera Research* 49:51–63. <https://doi.org/10.3897/JHR.49.7929>

Weissmann, J.A., Walldorf I.R.M., Schaefer, H., 2021. The importance of wild bee communities as urban pollinators and the influence of honeybee hive density. *Journal of pollination ecology* 29, 204-230. 10.26786/1920-7603(2021)641

Wiesbauer, H., 2020a. *Wilde Bienen*. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Wiesbauer, H., 2020b. *Wilde Bienen: Biologie, Lebensraumdynamik und Gefährdung. Artenporträts von über 470 Wildbienen Mitteleuropas*, 2. Auflage. ed. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Wiesbauer, H., 2017. *Wilde Bienen. Biologie - Lebensraumdynamik am Beispiel Österreich - Artenporträts*, 1. Auflage. ed. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Wintergerst J, Kästner T, Bartel M, et al (2021) Partial mowing of urban lawns supports higher abundances and diversities of insects. *J Insect Conserv* 25:797–808. <https://doi.org/10.1007/s10841-021-00331-w>

Zettel, H., Ockermüller, E., Schoder, S., Seyfert, F., 2022a. Zur Verbreitung der Wildbienen (Hymenoptera, Apidae) in Wien, Österreich. *Linzer biologische Beiträge* 54/1, 351–397.

Zettel, H., Ockermüller, E., Schoder, S., Seyfert, F., 2022b. Zur Verbreitung der Wildbienen (Hymenoptera, Apidae) in Wien, Österreich. *Linzer biologischer Beitrag* 54, 351–396.

Zettel, H., Planner, A.-T., Kromp, B., Pachinger, B., 2018. Der „Garten der Vielfalt“ in Wien – ein Hotspot der Bienendiversität (Hymenoptera: Apidae). *Beiträge zur Entomofaunistik* 19, 71–94.

Zettel, H., Zimmermann, D., Wiesbauer, H., 2017. Die Hautflüglerfauna (Hymenoptera) des Lainzer Tiergartens in Wien: 1. Bienen (Apidae). *Beiträge zur Entomofaunistik* 19, 69–91.

Zettel, H., Zimmermann, D., Wiesbauer, H., 2013. Die Bienen und Grabwespen (Hymenoptera: Apoidea) im Donaupark in Wien (Österreich). *Sabulosi Beiträge zur Hymenopterologie* 3, 1–23.

Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S., Dorn, S., 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143, 669–676. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>

Zurbuchen, A., Müller, A., 2012. *Wildbienenschutz- von der Wissenschaft zur Praxis*, Bristol-

Schriftenreihe. Zürich, Bristol-Stiftung, Bern, Stuttgart, Wien.