

Artenreichtum dreier bestäubender Insektengruppen eines Naturgartens in Regensdorf (ZH)

JAN BISSCHOP¹ & CLAUDIO SEDIVY²

¹Schulstrasse 107, 8105 Regensdorf; calidris@gmx.ch

²Kompass B GmbH, Steinhaldenstrasse 70, 8002 Zürich; claudio.sedivy@kompassb.ch

Abstract: Species richness of three pollinating insect groups in a natural garden in Regensdorf. – Over the course of three flowering seasons (2021–2023), the species richness of bees (Hymenoptera: Anthophila), hoverflies (Diptera: Syrphidae) and butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) in a small bee-promoting natural garden of 1150 m² in Regensdorf (Switzerland, canton of Zurich) was investigated. These insect groups were photographed during 116 surveys. Bees were also collected during five surveys in 2023. In total, 98 bee species, 57 hoverfly species and 24 butterfly species were recorded. The total number of 90 bee species recorded in 2023 slightly exceeds the average number of species recorded in other gardens in Germany and Switzerland over the course of a year. Some species were only recorded once or twice, including rare or endangered species such as *Andrena barbilabris* (Kirby, 1802), *Andrena pandellei* Pérez, 1895, *Andrena rosae* Panzer, 1801, *Coelioxys aurolimbatus* Förster, 1853 and *Megachile genalis* Morawitz, 1880. A rarefaction analysis shows how the recorded number of bee and hoverfly species depends on the number of surveys.

Zusammenfassung: Im Laufe von drei Vegetationsperioden (2021–2023) wurde in einem 1150 m² kleinen, bienenfördernden Naturgarten in Regensdorf (ZH) der Artenreichtum von Bienen (Hymenoptera: Apiformes), Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) und Tagfaltern (Lepidoptera: Papilionoidea) untersucht. Dazu wurden diese Insektengruppen während 116 Begehungen fotografisch erhoben. Die Bienen wurden 2023 zudem während 5 Begehungen gesammelt. Insgesamt konnten so 98 Bienenarten, 57 Schwebfliegenarten und 24 Schmetterlingsarten erfasst werden. Die Gesamtzahl von 90 Bienenarten im Jahr 2023 ist nicht kleiner als der Durchschnitt der in anderen Gärten Deutschlands und der Schweiz jeweils während eines Jahres erhobenen Artenzahlen. Manche Arten wurden nur ein- oder zweimal erfasst, darunter auch so gefährdete oder seltene wie *Andrena barbilabris* (Kirby, 1802), *Andrena pandellei* Pérez, 1895, *Andrena rosae* Panzer, 1801, *Coelioxys aurolimbatus* Förster, 1853 und *Megachile genalis* Morawitz, 1880. Eine Rarefaction-Analyse zeigt, inwieweit die erfasste Anzahl von Bienen- und Schwebfliegenarten von der Anzahl der Begehungen abhängt.

Résumé: Richesse des espèces de trois groupes d'insectes pollinisateurs d'un jardin naturel à Regensdorf (ZH). – La richesse spécifique en abeilles (Hymenoptera : Apiformes), syrphes (Diptera : Syrphidae) et papillons diurnes (Lepidoptera : Papilionoidea) a été étudiée de 2021 à 2023 dans un petit jardin naturel favorisant les abeilles de 1150 m² à Regensdorf (ZH). Ces groupes d'insectes ont été photographiés au cours de 116 sorties, et de la chasse à vue a été réalisée à 5 reprises en 2023. Au total, 98 espèces d'abeilles, 57 espèces de syrphes et 24 espèces de papillons ont été recensées. La diversité d'abeilles observée en 2023 n'est pas inférieur à la moyenne du nombre d'espèces recensées dans d'autres jardins d'Allemagne et de Suisse pendant une année. Certaines espèces n'ont été recensées qu'une ou deux fois, notamment des espèces menacées ou rares comme *Andrena barbilabris* (Kirby, 1802), *Andrena pandellei* Pérez, 1895, *Andrena rosae* Panzer, 1801, *Coelioxys aurolimbatus* Förster, 1853 et *Megachile genalis* Morawitz, 1880. Une analyse de rareté montre dans quelle mesure le nombre d'espèces d'abeilles et de syrphes recensées dépend de l'effort d'échantillonnage.

Riassunto: Ricchezza di specie di tre gruppi di insetti impollinatori in un giardino naturale a Regensdorf (ZH). – Nel corso di tre periodi vegetativi (2021–2023), è stata studiata la ricchezza di specie di api (Hymenoptera: Apiformes), sirfidi (Diptera: Syrphidae) e farfalle diurne (Lepidoptera: Papilionoidea) in un piccolo giardino naturale di 1150 m² a Regensdorf (ZH) che favorisce la presenza di api. Questi gruppi di insetti sono stati fotografati durante 116 rilievi. Le api sono anche state raccolte durante 5 campionamenti nel 2023. In totale sono state registrate 98 specie di api, 57 specie di sirfidi e 24 specie di farfalle diurne. Il numero totale di 90 specie di api trovate nel 2023 non è inferiore al numero medio di specie rilevate in altri giardini in Germania e Svizzera nel corso di un anno. Alcune specie sono state osservate solo una o due volte, tra cui specie minacciate o rare come *Andrena barbilabris* (Kirby, 1802), *Andrena pandellei* Pérez, 1895, *Andrena rosae* Panzer, 1801, *Coelioxys aurolimbatus* Förster, 1853 e *Megachile genalis* Morawitz, 1880. Un'analisi di rarefazione mostra in che misura il numero di specie di api e sirfidi rilevate dipende dal numero di campionamenti.

Keywords: Bees, butterflies, citizen science, faunistic monitoring, hoverflies, methodology

EINLEITUNG

Die Artenvielfalt kann ganz allgemein als Mass für die ökologische Qualität eines Lebensraums dienen. Um die Artenvielfalt in städtischen Gebieten zu erhalten und zu fördern, kann es zielführend sein, bestehende Gärten umzugestalten oder neue Naturgärten anzulegen (z. B. Gaston et al. 2005, Hofmann & Renner 2020). Dabei gilt es, die Zusammensetzung der Flora und insbesondere auch das Verhältnis zwischen einheimischen und exotischen Pflanzen im Auge zu behalten, denn es sind Faktoren, welche die Fauna eines Gartens qualitativ beeinflussen (Salisbury et al. 2015, Rollings & Goulson 2019, Griffiths-Lee et al. 2022). Um die Auswirkungen einer Gartenanlage zu überprüfen, genügt es in der Regel, einige wenige ausgewählte Tiergruppen im Sinne eines Monitorings zu überwachen.

Wir hatten Gelegenheit, so ein Monitoring in einem kleinen Naturgarten durchzuführen, der im Sommer 2021 rund um die Filiale der Zürcher Kantonalbank in Regensdorf (ZH) angelegt worden war. Dabei beschränkten wir uns auf Bienen (Hymenoptera: Apiformes), Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) und Tagfalter (Lepidoptera: Papilionoidea), weil es sich um artenreiche und gut untersuchte Tiergruppen handelt, die mit Blütenpflanzen stark interagieren.

MATERIAL UND METHODEN

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet ist ein Garten, der sich im Ortszentrum von Regensdorf (ZH) befindet. Er ist nur 1150 m² gross, wobei die Gesamtfläche des bewachsenen Bereichs 816 m² beträgt. Er kann in drei Teilbereiche unterteilt werden, die sich in Gestaltung und Besonnungsdauer unterscheiden (Abb. 1). Teilbereich 1 ist 8.4 m × 23.7 m (≈200 m²) gross. Er ist von allen Teilbereichen der am besten besonnte. Teilbereich 2 wird deutlich schwächer besonnt, weil er zeitweise im Schatten des Bankgebäudes und eines hohen Baumes liegt. Teilbereich 3 ist eine kleine Wiese, die nur am Nachmittag besonnt wird. Die ganze Gartenanlage ist von Gebäuden, Parkplätzen, Strassen und Gehwegen umgeben und somit urban.

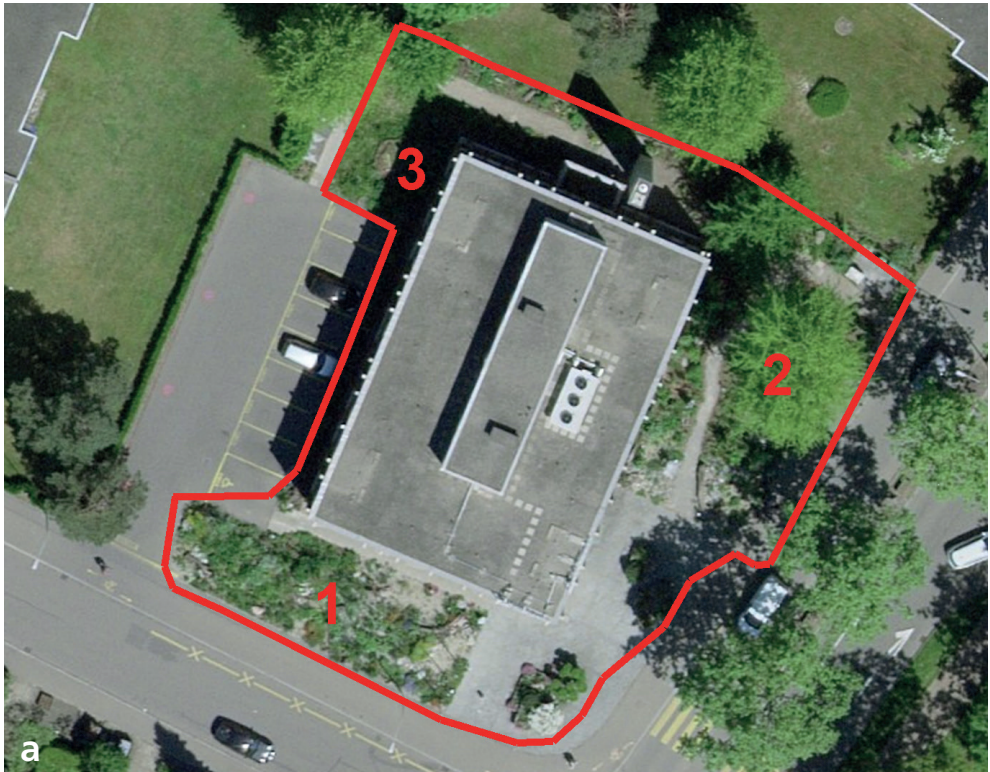


Abb. 1. a) Luftbild des Untersuchungsgebietes (rot umrandet) mit den angeschriebenen Teilbereichen 1 bis 3. b) Foto des Teilbereichs 1 am 6. Oktober 2021. (Foto Jan Bisschop)

Tab. 1. Liste der von 2021 bis 2023 im Untersuchungsgebiet angepflanzten Vegetation.

Herkunft	Typ	Artenzahl	Pflanzenzahl
einheimisch	Farne	5	19
	Gehölze	29	128
	Geophyten	11	1055
	Kletterpflanzen	3	12
	Wasserpflanzen/ Sumpfpflanzen	3	25
	Wildstauden	131	1026
	Ziergräser	6	64
nicht einheimisch	Geophyten	51	4575
	Prachtstauden	103	865
	Ziergräser	18	217
Total		360	7986

Der Garten bietet vom Frühjahr bis zum späten Herbst eine lückenlos blütenreiche Pflanzenvielfalt. Auf seiner Nutzfläche (816 m²) wurden im Laufe von drei Vegetationsperioden (2021–2023) etwa 8000 Pflanzen von insgesamt 360 Arten gepflanzt (Tab. 1). Diese Flora besteht aus Farnen, Gehölzen, Geophyten, Kletterpflanzen, Prachtstauden, Wasser-/Sumpfpflanzen, Wildstauden und Ziergräsern. Von all diesen Arten sind 188 (52 %) einheimisch und 172 (48 %) gebietsfremd. Dazu kommen noch einheimische Pflanzen, die auf natürlichem Weg in den Garten gelangt

sind sowie die vielen Arten, welche in der kleinen Wiese gedeihen. Der Garten weist Sand- und Kiesflächen auf, auch schräge Bodenpartien sowie Totholzstämme, abgeschnittene markhaltige Pflanzenstängel und leere Schneckenhäuser. All diese Strukturen können von Bienen und anderen Insekten als Nist-, Schlaf- oder Überwinterungsplätze genutzt werden.

Wir gehen davon aus, dass auf unserer Untersuchungsfläche vor ihrer Umgestaltung zu einem Naturgarten (2021) noch keine bedeutende Insektenfauna lebte. Der Teilbereich 1 war damals ein Rasen, auf dem sich ein provisorisches Bankgebäude befand. Die Teilbereiche 2 und 3 waren einfache Rasenflächen mit einigen Staudenbeeten, die ausschliesslich mit exotischen Zierstauden bepflanzt waren.

Der öffentliche Garten ist dank seiner offenen Gestaltung und der umliegenden Wege ein geeignetes Untersuchungsobjekt, weil die Insekten in all seinen drei Teilbereichen gut zu finden und zu fotografieren sind.

Feldarbeit

In kleinen und gleichzeitig isolierten Habitaten können Populationen von Insekten durch Sammelaktionen möglicherweise negativ beeinflusst werden. Dieses Risiko ist insbesondere für seltene und von Natur aus in geringen Dichten vorkommende Arten beachtenswert. Aus diesem Grunde haben wir uns entschieden, die beiden Insektengruppen Schwebfliegen und Tagfalter, die generell ab Foto bestimmt werden können, nur mittels Makrofotografie zu erheben und somit nicht zu sammeln. Bei den Bienen ist diese Erhebungsmethode jedoch längst nicht bei allen Arten möglich. Deshalb wurden die Bienen von uns nicht nur fotografiert, sondern auch mit einem Insektennetz (Kescher) gefangen und gesammelt. Bei beiden Methoden (Makrofotografie, Netzfang) bewegten sich Fotograf (Erstautor) und Sammler (Coautor, Mitarbeiter) jeweils im Sinne eines variablen Transektlaufes. Bei einem solchen ist die untersuchende Person nicht an eine definierte Route gebunden, sondern sucht die je nach Jahreszeit erfolversprechendsten Stellen ab, um jeweils möglichst viele Arten zu erfassen.

Fürs fotografische Insektenmonitoring (Methode 1: Makrofotografie) wurde das Untersuchungsgebiet im Jahr 2021 vom 01.09 bis zum 01.10. insgesamt nur 13-mal begangen, im Jahr 2022 aber 53-mal vom 17.05.–23.09. und im Jahr 2023 50-mal vom 01.05.–30.09. Aufgrund der Witterung und der wenigen blühenden Pflanzen wurden im März und April jeweils keine Begehungen durchgeführt. Die durchschnittliche Begehungsdauer (vom ersten bis zum letzten Foto einer Begehung) betrug 54 Minuten im Jahr 2022 und 49 Minuten im Jahr 2023. Insgesamt dauerten all diese Foto-Begehungen rund 100 Stunden. Fotografiert wurde in der Regel nur bei sonnigem Wetter, und zwar zu jeder Tageszeit an Wochenenden, aber nur am späten Nachmittag an Werktagen. Benutzt wurde stets eine Canon Eos 7D Mark II Kamera mit einem Sigma 150 mm 1:2.8 Makroobjektiv.

Ein Bienenmonitoring mittels Sammelns (Methode 2: Fang mit Kescher) wurde nur im Jahr 2023 durchgeführt, und zwar an folgenden fünf Tagen: 27.04., 22.05., 16.06., 19.07. und 11.08., also vom späten Frühling bis zum Hochsommer jeweils einmal pro Monat. Es wurden nur sonnige und warme ($\geq 15^\circ\text{C}$) Tage mit möglichst wenig Wind ausgewählt. Grosse Arten, die sich bereits im Feld leicht bestimmen lassen, wie z. B. die Gartenwollbiene *Anthidium manicatum* (Linnaeus, 1758), wurden nur notiert, aber nicht (oder nur einmal) gesammelt. Hummelköniginnen (*Bombus*) wurden im Frühjahr nicht gesammelt.

Auswertung

Gesammelte Bienen wurden vom Zweitautor präpariert, genadelt, mit Fundetiketten beschriftet und unter einem Binokular mithilfe von Amiet et al. (2001, 2004, 2007, 2010, 2014, 2017) bestimmt. Danach wurden sie noch von Andreas Müller (Wädenswil) überprüft.

Bienen auf Fotos wurden mithilfe von Amiet et al. (2004), Falk (2018) sowie diversen Experten und Internetquellen identifiziert. Besonders hilfreich waren Expertengruppen in sozialen Medien (Facebook, Signal), in welchen Fotos gepostet werden können. Von Experten validierte Fotos auf www.observation.org und in Westrich (2019) wurden als Referenz benutzt. Für die Bestimmung von Schwebfliegen und Tagfaltern wurden Bot & Van de Meutter (2019) sowie Tolman & Lewington (2022) konsultiert. Die Feldbeobachtungen wurden mit Fotos auf der Citizen-Science-Plattform observation.org hochgeladen. Tabellen mit Internetlinks zu allen Beobachtungen sind in einem Forschungsbericht enthalten (Bisschop 2024).

Ein wichtiger Aspekt des Insektenmonitorings ist die Effizienz des Aufwands, namentlich was Anzahl und Dauer der Begehungen betrifft. Diese Effizienz lässt sich durch eine ökologische Rarefaction-Analyse quantifizieren. Sie liefert ein Diagramm, welches die Anzahl der erfassten Arten in Abhängigkeit zur Anzahl von Begehungen oder Proben aufträgt (Gotelli & Colwell 2001). Dadurch ergibt sich eine kumulative Sättigungskurve, die sich – stabile Habitatsbedingungen vorausgesetzt – asymptotisch der tatsächlich vorhandenen Artenzahl nähern sollte. Diese Methode wenden wir nun in einer vereinfachten Version an, um zu untersuchen, ob sich der benötigte Monitoringaufwand, eine bestimmte Anzahl von Bienen- und Schwebfliegenarten zu erfassen, in den Jahren 2022 und 2023 unterschied. Dazu wurden die Datensätze (d. h. Artenlisten) von je 26 Foto-Begehungen in den artenreichen Monaten Mai und Juni (vom 17.05. bis zum 30.06.) aus den Jahren 2022 und 2023 betrachtet. Die durchschnittliche Dauer dieser jeweils 26 Begehungen betrug 73 Minuten im Jahr 2022 und

57 Minuten im Jahr 2023. Für die Analyse wurden die erwähnten 26 Datensätze in beiden Jahren (2022, 2023) jeweils auf 13 Datensätze reduziert und danach nochmals auf 7. Dies entspricht einer jeweiligen Verminderung des Monitoringaufwands um 50% und dann um 73%. Die jeweilige Gesamtartenzahl für die 13 und 7 Datensätze (Begehungen) wurde anschliessend nachgezählt. Die reduzierten Begehungen verteilen sich gleichmässig über den untersuchten Zeitraum. Die Analysen wurden zweimal mit unterschiedlichen Begehungsreduktionen durchgeführt und dann gemittelt, um eine Verzerrung des Resultats durch aussergewöhnlich produktive oder lange Begehungen zu vermeiden.

ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet konnten vom 1. September 2021 bis zum 30. September 2023 insgesamt 98 Bienenarten (Tab. 2) sowie 57 Schwebfliegen- und 24 Tagfalterarten (Tab. 3) erfasst werden. Darunter befand sich auch ein Weibchen der in der Schweiz vom Aussterben bedrohten (CR) Stängel-Blattschneiderbiene *Megachile genalis* Morawitz, 1880, die wir vom 9. bis 10. Juni 2023 im Kanton Zürich erstmals beobachten und fotografieren konnten (Abb. 3b, <https://observation.org/observation/275774340/>). Freilich ist die Art in den letzten Jahren auch in anderen Regionen der Schweiz und umliegender Länder aufgetaucht, in denen sie zuvor noch nie gefunden worden war (C. Praz pers. Mitt.). Somit scheint sich *Megachile genalis* im Zuge des Klimawandels auszubreiten. Ebenfalls auf der Roten Liste der Bienen (Müller & Praz im Druck) steht die als verletzlich (VU) eingestufte Graue Schuppensandbiene *Andrena pandellei* Pérez, 1895. Als potenziell gefährdet (NT) gelten ferner die Bärtige Sandbiene *Andrena barbilabris* (Kirby, 1802), die Vierfleck-Pelzbiene *Anthophora quadrimaculata* (Panzer, 1798) und die Goldsaum-Kegelbiene *Coelioxys aurolimbatus* Förster, 1853. Bemerkenswert ist unter den Bienen auch die im Kanton Zürich seltene Bärenklau-Sandbiene *Andrena rosae* Panzer, 1801. Unter den Tagfaltern sticht der Feurige Perlmutterfalter *Fabriciana adippe* (Denis & Schiffermüller, 1775) hervor (Abb. 3c), unter den Schwebfliegen *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann, 1830) (Abb. 3d).

Die Zahl (der Anteil) der festgestellten Arten, die allein schon ab Foto identifiziert werden konnten, beträgt bei Bienen 77 (78.6%), bei Schwebfliegen 50 (87.7%) und bei Tagfaltern 24 (100%). Zu den 22 Bienenarten, die nur unter dem Binokular bestimmt werden konnten, gehören vor allem Schmalbienen (*Lasioglossum* sp.), einige Maskenbienen (*Hylaeus* sp.) sowie Artengruppen von Sandbienen (*Andrena minutula* aggr., *Andrena ovatula* aggr.) und Hummeln (*Bombus terrestris* aggr.).

Im Jahr 2022 wurden im Zeitraum vom 17. Mai bis zum 30. Juni 61 Bienenarten fotografisch erfasst. Lediglich zwei weitere Arten wurden später fotografiert (Abb. 2). Im Jahr 2023 hingegen wurden zwischen dem 17. Mai und dem 30. Juni nur 56 Bienenarten fotografisch dokumentiert, während nicht weniger als 13 zusätzliche Arten ausserhalb dieses Zeitraums fotografiert wurden (Abb. 2). Dazu gehören auch 6 frühfliegende *Andrena*-Arten, die 2022 deshalb nicht fotografiert wurden, weil das fotografische Monitoring damals 17 Tage später begann als 2023. Auch unter den gesammelten Bienen befanden sich übrigens 5 am 27. April 2023 gefangene Arten, die sich in späteren Monaten nicht

Tab. 2. Liste der im Untersuchungsgebiet vom 01.09.2021 bis 30.09.2023 erfassten Bienenarten. Angegeben sind pro Art die Anzahl gesammelter Belegtiere (S) sowie die Anzahl der Tage an denen sie fotografiert wurde (F). Ferner gilt: **CR**= vom Aussterben bedroht, **VU**=verletzlich, **NT**=potenziell gefährdet.

Art	F	S	Art	F	S
<i>Andrena barbilabris</i> (Kirby, 1802) NT	2		<i>Halictus subauratus</i> (Rossi, 1792)	11	16
<i>Andrena bicolor</i> Fabricius, 1775	5	1	<i>Halictus tumulorum</i> (Linnaeus, 1758)		2
<i>Andrena chrysoseles</i> (Kirby, 1802)	2		<i>Heriades truncorum</i> (Linnaeus, 1758)	11	2
<i>Andrena cineraria</i> (Linnaeus, 1758)	3		<i>Hoplitis adunca</i> (Panzer, 1798)	6	1
<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	7	1	<i>Hoplitis leucomelana</i> (Kirby, 1802)	2	
<i>Andrena haemorrhoa</i> (Fabricius, 1781)	6		<i>Hylaeus brevicornis</i> Nylander, 1852	1	2
<i>Andrena humilis</i> Imhoff, 1832		3	<i>Hylaeus communis</i> Nylander, 1852	8	25
<i>Andrena labiata</i> Fabricius, 1781	4		<i>Hylaeus difformis</i> (Eversmann, 1852)		1
<i>Andrena minutula</i> aggr.	5		<i>Hylaeus gredleri</i> Förster, 1871		2
– <i>A. minutuloides</i> Perkins, 1914		1	<i>Hylaeus hyalinatus</i> Smith, 1842	7	5
<i>Andrena nigroaenea</i> (Kirby, 1802)	4		<i>Hylaeus leptocephalus</i> (Morawitz, 1871)	1	2
<i>Andrena nitida</i> (Müller, 1776)	2		<i>Hylaeus nigrinus</i> (Fabricius, 1798)	6	5
<i>Andrena ovatula</i> aggr.	7		<i>Hylaeus pictipes/taeniolatus</i>	3	
– <i>A. afzeliella</i> (Kirby, 1802)		4	– <i>Hylaeus pictipes</i> Nylander, 1852		1
<i>Andrena pandellei</i> Pérez, 1895 VU	1		– <i>Hylaeus taeniolatus</i> Förster, 1871		5
<i>Andrena rosae</i> Panzer, 1801	1		<i>Hylaeus punctatus</i> (Brullé, 1832)	10	3
<i>Andrena trimmerana</i> (Kirby, 1802)	1		<i>Hylaeus signatus</i> (Panzer, 1798)	8	5
<i>Andrena viridescens</i> Viereck, 1916		1	<i>Hylaeus sinuatus</i> (Schenck, 1853)	6	2
<i>Andrena wilkella</i> (Kirby, 1802)		1	<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli, 1763)	8	8
<i>Anthidiellum strigatum</i> (Panzer, 1805)	2		<i>Lasiogl. glabriusculum</i> (Morawitz, 1872)		2
<i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758)	14	2	<i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck, 1870)		6
<i>Anthidium oblongatum</i> (Illiger, 1806)	12	1	<i>Lasiogl. leucozonium</i> (Schränk, 1781)	3	1
<i>Anthophora furcata</i> (Panzer, 1798)	4		<i>Lasioglossum lucidulum</i> (Schenck, 1861)		2
<i>Anthophora plumipes</i> (Pallas, 1772)	4	3	<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802)	4	6
<i>A. quadrimaculata</i> (Panzer, 1798) NT	4		<i>Lasioglossum morio</i> (Fabricius, 1793)	4	7
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	>10		<i>Lasioglossum nitidulum</i> (Fabricius, 1804)		6
<i>Bombus cf. campestris</i> (Panzer, 1801)	≥1		<i>Lasioglossum parvulum</i> (Schenck, 1853)		1
<i>Bombus cf. hortorum</i> (Linnaeus, 1761)	8	1	<i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853)		6
<i>Bombus humilis</i> Illiger, 1806	7	3	<i>Lasioglossum politum</i> (Schenck, 1853)		20
<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	6	2	<i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby, 1802)		2
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	11	2	<i>M. cf. centuncularis</i> (Linnaeus, 1758)	1	
<i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus, 1761)	3	1	<i>Megachile circumcincta</i> (Kirby, 1802)	5	2
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1793)	>10	4	<i>Megachile ericetorum</i> Lepeletier, 1841	17	1
<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	8	7	<i>Megachile genalis</i> Morawitz, 1880 CR	2	
<i>Bombus rupestris</i> (Fabricius, 1793)	1		<i>Megachile argentata</i> (Fabricius, 1793)	15	1
<i>Bombus sylvarum</i> (Linnaeus, 1761)	1		<i>Megachile rotundata</i> (Fabricius, 1793)	10	1
<i>Bombus cf. sylvestris</i> (Lepeletier, 1832)	4		<i>Megachile willughbiella</i> (Kirby, 1802)	17	2
<i>Bombus terrestris</i> aggr.	>8		<i>Nomada cf. flavoguttata</i> (Kirby, 1802)	5	
– <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)		5	<i>Nomada fabriciana</i> (Linnaeus, 1767)	1	
<i>Bombus vestalis</i> (Geoffroy, 1785)	3	1	<i>Nomada cf. flava</i> Panzer, 1798	1	
<i>Ceratina cyanea</i> (Kirby, 1802)	1	1	<i>Nomada goodeniana</i> (Kirby, 1802)	1	
<i>Chelost. florissomme</i> (Linnaeus, 1758)		3	<i>Osmia aurulenta</i> (Panzer, 1799)	2	
<i>Chelost. rapunculi</i> (Lepeletier, 1841)	11	6	<i>Osmia bicornis</i> (Linnaeus, 1758)	9	2
<i>C. aurolimbatus</i> Förster, 1853 NT	3		<i>Osmia caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	19	7
<i>Coelioxys conicus</i> (Linnaeus, 1758)	12		<i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805)		4
<i>Coll. hederæ</i> Schmidt & Westrich, 1993)	6	1	<i>Osmia leaiana</i> (Kirby, 1802)	≥1	
<i>Colletes similis</i> (Schenck, 1853)	3	1	<i>Sphecodes albilabris</i> (Fabricius, 1793)	2	
<i>Eucera nigrescens</i> Pérez, 1879	5	3	<i>Sphecodes spec.</i> – mittlere Grösse	6	
<i>Halictus maculatus</i> Smith, 1848	3		<i>Sphecodes spec.</i> – kleine Grösse	2	
<i>Halictus simplex</i> aggr.	4		<i>Stelis punctulatisima</i> (Kirby, 1802)	15	
– <i>Halictus simplex</i> Blüthgen, 1923		4	<i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758)	>7	1
<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)	18	4			

Tab. 3. Liste der im Untersuchungsgebiet vom 01.09.2021 bis 30.09.2023 erfassten Schwebfliegen- und Tagfalterarten. Angegeben ist pro Art die Anzahl der Tage an denen sie fotografiert wurde (**n**).

Schwebfliegen (Syrphidae)	n	Schwebfliegen (Syrphidae)	n
<i>Baccha elongata</i> (Fabricius, 1775)	1	<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	14
<i>Cheilosia caerulescens</i> (Meigen, 1822)	9	<i>Scaeva selenitica</i> (Meigen, 1822)	6
<i>Cheilosia cf. cynocephala</i> Loew, 1840	2	<i>Sphaerophoria cf. interrupta</i> (Fabricius, 1805)	1
<i>Cheilosia mutabilis</i> (Fallén, 1817)	4	<i>Sphaerophoria rueppelli</i> (Wiedemann, 1830)	1
<i>Cheilosia cf. scutellata</i> (Fallén, 1817)	1	<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	>8
<i>Cheilosia soror</i> (Zetterstedt, 1843)	11	<i>Syrritta pipiens</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Cheilosia cf. vernalis</i> (Fallén, 1817)	1	<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Chrysogaster solstitialis</i> (Fallén, 1817)	2	<i>Syrphus torvus</i> Osten Sacken, 1875	2
<i>Chrysotoxum bicinctum</i> (Linnaeus, 1758)	1	<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	3
<i>Dasysyrphus albostrigatus</i> (Fallén, 1817)	2	<i>Volucella inanis</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Dasysyrphus tricinctus</i> (Fallén, 1817)	1	<i>Volucella zonaria</i> (Poda, 1761)	4
<i>Epistrophe eligans</i> (Harris, 1780)	3	<i>Xanthandrus comtus</i> (Harris, 1780)	1
<i>Epistrophe melanostoma</i> (Zetterstedt, 1843)	3	<i>Xanthogramma dives</i> (Rondani, 1857)	1
<i>Epistrophe nitidicollis</i> (Meigen, 1822)	1	<i>Xanthogramma pedissequum</i> (Harris, 1780)	1
<i>Episyrrhus balteatus</i> (De Geer, 1776)	>10	<i>Xylota segnis</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Eristalinus aeneus</i> (Scopoli, 1763)	3		
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	7		
<i>Eristalis nemorum</i> (Linnaeus, 1758)	3	Tagfalter (Papilionoidea)	n
<i>Eristalis pertinax</i> (Scopoli, 1763)	2	<i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Eristalis similis</i> (Fallén, 1817)	1	<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	>10	<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Eumerus spec.</i>		<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	15	<i>Aricia agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	4	<i>Carcharodus alceae</i> (Esper, 1780)	2
<i>Eupeodus lapponicus</i> (Zetterstedt 1838)	4	<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Helophilus pendulus</i> (Linnaeus, 1758)	2	<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius, 1805)	9	<i>Cupido argiades</i> (Pallas, 1771)	3
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	1	<i>Fabriciana adippe</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius, 1794)	5	<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Meligramma triangulifera</i> (Zetterstedt, 1843)	1	<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Merodon equestris</i> (Fabricius, 1794)	>6	<i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)	1
<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus, 1758)	6	<i>Limnitis camilla</i> (Linnaeus, 1764)	1
<i>Orthonevra nobilis</i> (Fallén, 1817)	1	<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Paragus haemorrhous</i> Meigen, 1822	7	<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	8
<i>Paragus pecchiolii</i> Rondani, 1857	2	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Paragus quadrifasciatus</i> Meigen, 1822	7	<i>Pieris mannii</i> (Mayer, 1851)	11
<i>Parasyrphus annulatus</i> (Zetterstedt, 1838)	2	<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Pipiza cf. noctiluca</i> (Linnaeus, 1758)	2	<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	>10
<i>Pipizella spec.</i>	4	<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	19
<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabricius, 1781)	6	<i>Pyrgus armoricanus</i> (Oberthür, 1910)	4
<i>Platycheirus scutatus</i> (Meigen, 1822)	7	<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Rhingia campestris</i> Meigen, 1822	4	<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	3

mehr bemerkbar machten. Bei Schwebfliegen und Tagfaltern ist die kumulative Zunahme der Artenzahl von Mai bis September gleichmässiger als bei den Wildbienen (Abb. 2). Die Gesamtzahl der erfassten Schwebfliegen- und Tagfalterarten war 2023 deutlich geringer als 2022. Der September war für Schmetterlinge 2022 sehr ergiebig, 2023 jedoch schlecht.

Insgesamt wurden 500 Bienen-, 235 Schwebfliegen- und 105 Schmetterlingsbeobachtungen auf observation.org eingetragen (Bisschop 2024).

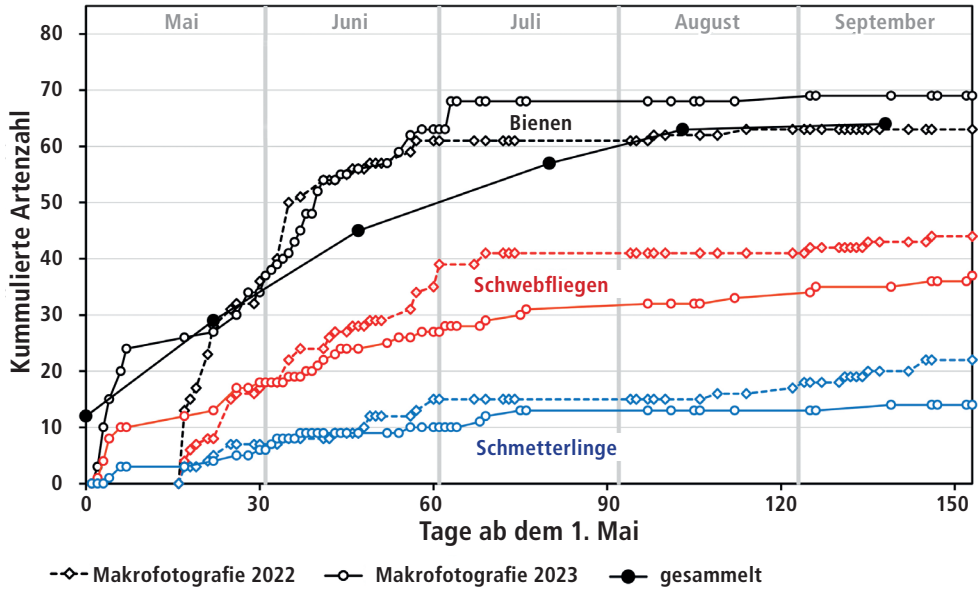


Abb. 2. Kumulierte Artenzahlen von Bienen, Schwebfliegen und Tagfaltern in den Jahren 2022 (gestrichelte Linien) und 2023 (durchgezogene Linien). Das Sammeldatum vom 15. September betrifft die Efeu-Seidenbiene *Colletes hederæ*. Die 12 Arten, welche am 27. April 2023 gesammelt wurden, sind auf der y-Achse über dem 1. Mai aufgetragen, also zeitlich um 4 Tage verschoben.

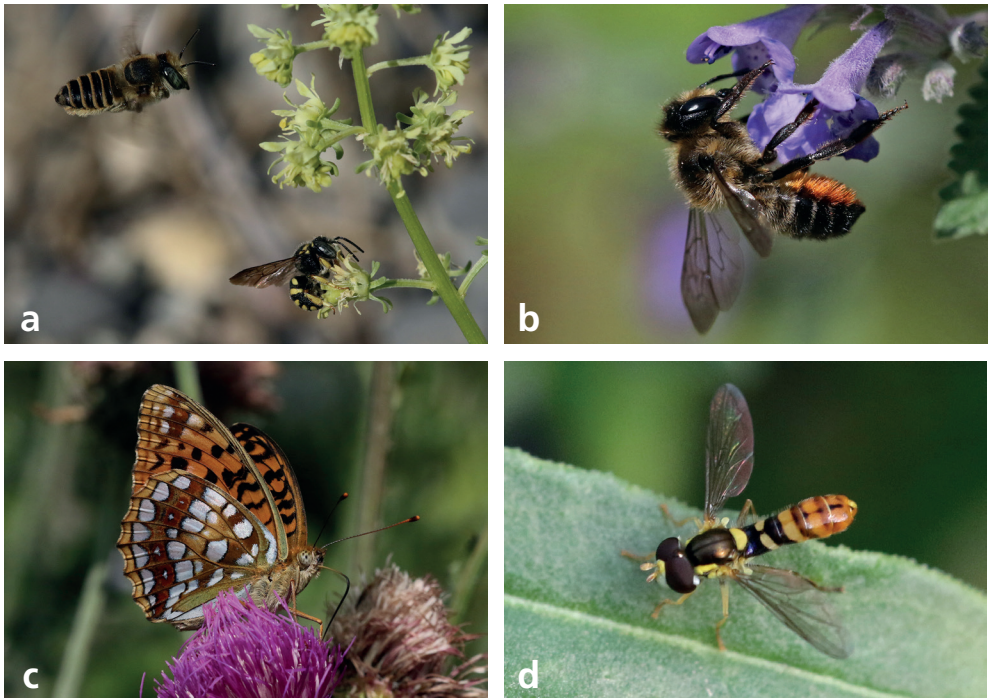


Abb. 3. Seltene Besucher im Untersuchungsgebiet. a) *Anthidiellum strigatum* und *Megachile argentata* auf *Reseda lutea* am 01.09.2021; b) *Megachile genalis* (♀) am 10.06.2023; c) *Fabriciana adippe* am 29.06.2022; d) *Sphaerophoria rueppelli* (♂) am 11.09.2021. (Fotos Jan Bisschop)

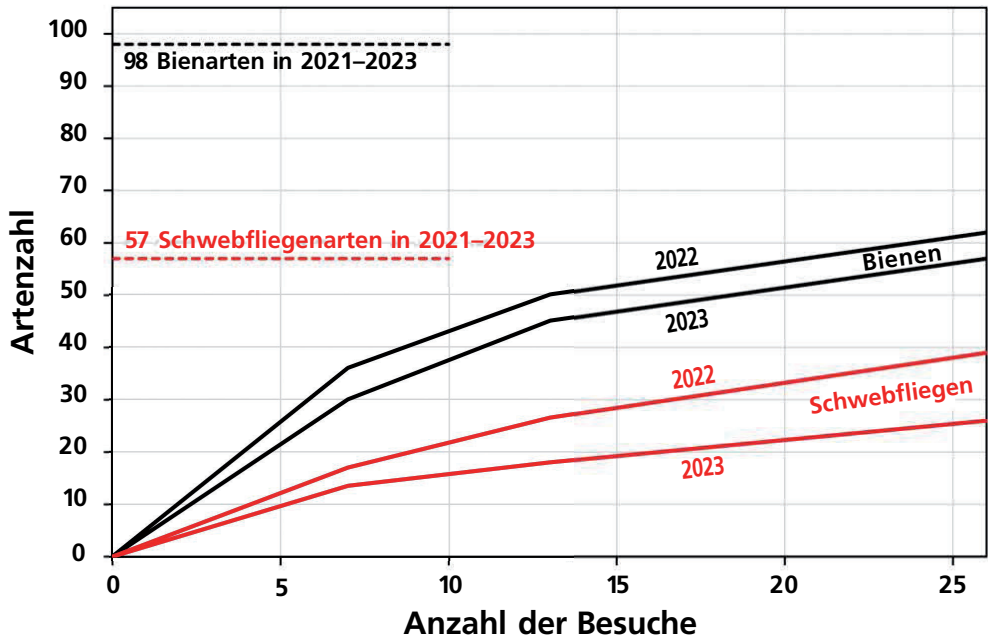


Abb. 4. Kumulative Sättigungskurven zu den festgestellten Artenzahlen von Bienen und Schwebfliegen im Untersuchungsgebiet für den Zeitraum vom 17. Mai bis zum 30. Juni, nur basierend auf Fotobegehungen. Die angegebene Gesamtzahl (98) der Bienenarten 2021–2023 berücksichtigt auch die gesammelten Arten.

Tab. 4. Anzahl [n] Bienenarten in ausgewählten Gärten der Kantone Zürich und Bern. Angegeben ist für jeden Garten (Untersuchungsgebiet) auch seine Fläche [ha] sowie der angegebene Aufwand an Tagen (d) und Stunden (h) für seine Untersuchung. Dabei gilt: k. A. =keine Angaben. Jede Untersuchung dauerte im Prinzip nur eine Vegetationsperiode, wobei jene von Seegräben im August 2018 begann und im Juli 2019 endete.

Untersuchungsgebiet	Fläche [ha]	Aufwand		Arten [n]	Referenz
		d	h		
Friedhof Sihlfeld Zürich, 2017	28.8	12	k. A.	79	A. Rey pers. Mitt.
Botanischer Garten Zürich, 1993	5.3	k. A.	k. A.	84	Bernasconi 1993
Gartenareal Zürich-Wehrenbach, 2019	2.5	8	ca. 40	111	Heller 2019
Botanischer Garten Bern, 1998	2.4	40	k. A.	71	Augstburger & Zettel 2002
Ausgleichsfläche Seegräben (ZH), 2018/2019	0.5	6	24	89	Neumeyer & Nunes Coelho 2022
ZKB-Naturgarten Regensdorf (ZH), 2023	0.12	56	44	90	vorliegende Studie

Die sich aus der Rarefaction-Analyse ergebenden Sättigungskurven sind in Abb. 4 dargestellt. Aus diesen Diagrammen kann der Aufwand abgelesen werden, der erforderlich wäre, um 50% der Gesamtartenzahl innerhalb der Zeitfenster vom 17. Mai bis 30. Juni mittels Fotobegehungen zu erfassen. Um 49 Bienenarten (50%) fotografisch zu erfassen, wären im Jahr 2022 13 Besuche von jeweils 73 Minuten ($\hat{=}$ ca. 16 Stunden) und im Jahr 2023 17 Begehungen von jeweils 57 Minuten ($\hat{=}$ ca. 16 Stunden) nötig gewesen (Abb. 4). Der berechnete Aufwand in Stunden zur

Erfassung von 50% der Bienenarten war also in den Jahren 2022 und 2023 praktisch gleich. Dies deutet darauf hin, dass die Anzahl der Bienenarten im dritten Jahr (2023) seit dem Bau des Naturgartens nicht grösser war als im zweiten (2022). Bei den Schwebfliegenarten waren im Jahr 2022 15 Begehungen von jeweils 73 Minuten (\triangleq ca. 18 Stunden) erforderlich gewesen, um 29 Arten (50%) zu registrieren. Im Jahr 2023 waren hochgerechnet 30 Begehungen von jeweils 57 Minuten (\triangleq ca. 28 Stunden) nötig –gewesen (Abb. 4). Dies zeigt, dass die Anzahl der Schwebfliegenarten im untersuchten Garten in den Jahren 2022 und 2023 (Mai–Juni) sehr unterschiedlich war. Der Grund dafür ist unklar.

DISKUSSION

Vergleich mit anderen Studien

Obwohl unser Untersuchungsgebiet mit 0.12 ha ein vergleichsweise sehr kleiner Naturgarten ist (Tab. 4), konnten darin 98 Bienenarten nachgewiesen werden, was rund einem Drittel der insgesamt 295 Bienenarten entspricht, die im Kanton Zürich (1729 km²) seit 2000 festgestellt worden sind (Praz et al. 2023). Der von uns untersuchte Naturgarten scheint somit für Bienen attraktiv zu sein. Das wiederum kann angesichts seiner isolierten Lage in urbaner Umgebung wohl nur an seinem vielfältigen Angebot an Blüten (Tab. 1) und Niststrukturen (Abb. 1b) liegen. Die nächstgelegenen für Bienen ähnlich gut geeigneten Habitate befinden sich rund 500 m weit entfernt am Stadtrand von Regensdorf. Allerdings existieren suboptimale Grünflächen wie Baumscheiben oder konventionelle Hausgärten auch in geringerer Entfernung. Solche trittsteinartigen Korridorelemente dürften mitverantwortlich sein, dass auch in manchen Grossstädten die Artenvielfalt von Bienen entlang eines Urbanisierungsgradienten zu einem Stadtzentrum hin stabil bleibt oder zumindest nicht stark abnimmt (Ahrné et al. 2009, Banaszak-Cibicka & Żmihorski 2012, Fortel et al. 2014).

Die Eignung unseres Untersuchungsgebietes für Wildbienen kann durch einen Vergleich mit Studien in anderen Gärten abgeschätzt werden (Tab. 4). Alle berücksichtigten Studien sind bezüglich Dauer (1 Vegetationsperiode) und Feldmethode (Netzfang, ohne Falleneinsatz) vergleichbar, variieren aber beträchtlich punkto Aufwand (Tage, Stunden) und Flächengrösse (Tab. 4). Um unsere Ergebnisse mit denjenigen der anderen Studien vergleichbar zu machen, betrachten wir dazu nur die 90 Arten, welche wir im Jahr 2023 gefunden haben. Wie man sieht (Tab. 4), variierte die Zahl der Bienenarten in den von uns verglichenen Gärten zwischen 71 und 111, was einem Durchschnitt von 87 entspricht. Unsere Ausbeute (90 Arten) war somit überdurchschnittlich, obwohl unser Untersuchungsgebiet (ZKB-Naturgarten Regensdorf) von allen bei Weitem das kleinste ist (Tab. 4).

Wie Tab. 4 ferner zeigt, war die Ausbeute an Bienenarten in den beiden untersuchten Botanischen Gärten unterdurchschnittlich. Um zu schauen, ob das für Botanische Gärten generell gilt, wagen wir einen Blick nach Deutschland. Botanische Gärten, deren Bienenfauna in einer einzigen Saison untersucht wurde, befinden sich mit einer Ausnahme in Bayreuth, Bochum, Bonn, Dresden, Düsseldorf, Göttingen, Kiel, München und Münster (Dötterl & Hartmann 2003, Münze et al. 2006, Walge & Lunau 2002). Diese Gärten sind zwischen 3 ha und 36 ha gross, während die Zahl der in ihnen erfassten Bienenarten zwischen 59 und 144 variierte. Nur im Botanischen Garten der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz (6.64 ha) fand man nicht weniger als

181 Arten während einer einzigen Vegetationsperiode (Silló & Griebeler 2020). Aber abgesehen von diesem Ausreisser lässt sich die Ausbeute (90 Bienenarten) unseres vergleichsweise winzigen Untersuchungsgebietes durchaus mit der mittleren Bienenartenzahl (88, ohne Mainz) in den viel grösseren Botanischen Gärten Deutschlands vergleichen. Die geringe Grösse unseres Untersuchungsgebietes scheint seine Bienenfauna somit kaum einzuschränken. Auch sein hoher Anteil (48 %) an fremdländischer Flora (Tab. 1) scheint keine negativen Auswirkungen auf die Vielfalt der Bienenarten zu haben. Es kann allerdings sein, dass der Anteil an exotischer Flora in den meisten der erwähnten Botanischen Gärten noch wesentlich höher war als in unserem Untersuchungsgebiet. Tatsächlich können exotische Pflanzen Abundanz und Artenvielfalt von bestäubenden Insektengruppen verringern (Salisbury et al. 2015, Rollings & Goulson 2019). Exotische Pflanzen können andererseits aber auch positive Auswirkungen haben, indem sie manchmal die Blütezeit verlängern und allenfalls sogar Ressourcen für spezialisierte Bestäubergruppen bereitstellen können (Salisbury et al. 2015).

Einfluss des Beobachtungsaufwands

In den erwähnten Studien aus Deutschland und der Schweiz wurde von einem erheblichen Anteil der erfassten Bienenarten jeweils nur eine ganz geringe Anzahl erfasst, oft genug sogar nur ein einziges Individuum (z. B. Heller 2019, Silló & Griebeler 2020). Dabei wird es sich wohl um seltene Arten oder solche mit einer geringen lokalen Nachweisbarkeit gehandelt haben, wie etwa sporadische Nahrungsgäste aus benachbarten Gebieten oder sich ausbreitende Individuen aus noch weiter entfernten Habitaten. In unserem Untersuchungsgebiet wurden 28 Bienenarten (29%), 25 Schwebfliegenarten (44 %) und 9 Tagfalterarten (38 %) im Laufe von drei Vegetationsperioden nur ein- oder zweimal erfasst (Tab. 2, Tab. 3). Die Wahrscheinlichkeit, sporadische Besucher oder seltene Arten zu entdecken, sollte mit dem Beobachtungsaufwand steigen. Um diesen Zusammenhang näher anzuschauen, diente die Rarefaction-Analyse, die wir basierend auf Fotobegehungen durchgeführt haben (Abb. 4).

Die Sättigungskurven für Bienen erreichen im untersuchten Zeitraum von 45 Tagen weder 2022 noch 2023 ein Plateau (Abb. 4). Vielmehr war man nach jeweils 26 Besuchen sowohl mit 62 Arten (2022) als auch mit 57 Arten (2023) stets weit von der Gesamtzahl von 98 Arten entfernt. Dies ist zum Teil auf die verwendete Methode zurückzuführen, da ein grosser Teil der kleinen Bienenarten durch die Makrofotografie nicht erfasst werden kann. Diese Methode allein eignet sich somit nicht, um die Anzahl der Bienenarten eines Habitats erschöpfend festzustellen. Zudem wurden einige Bienenarten mit frühen oder späten saisonalen Flugzeiten nur vor oder nach dem für die Rarefaction-Analyse definierten Untersuchungszeitraum (17. Mai bis 30. Juni) erfasst. Ein auf zwei Monate beschränktes Monitoringzeitfenster von Mai bis Juni eignet sich somit ebenfalls nicht, um die Gesamtanzahl der Bienenarten eines Habitats zu bestimmen. Dennoch bestimmen sporadisch auftretende und seltene Bienenarten den Verlauf der Sättigungskurven und sind auch verantwortlich dafür, dass der «gesättigte Artenreichtum» des Gartens nicht in einem Jahr bestimmt werden kann. Diese Folgerung basiert auf der Tatsache, dass manche sporadische oder seltene Art nur 2022 oder nur 2023 erfasst wurde. So wurden im Jahr 2022 vom 17. Mai bis zum 30. Juni 5 seltene Arten fotografiert, die im Jahr 2023 nicht mehr beobachtet wurden. Demgegenüber wurden im

Jahr 2023 im gleichen Zeitfenster 8 seltene Arten bemerkt, die im Jahr 2022 noch nicht vor die Linse gekommen waren. Auch wurden im September 2021 4 Bienenarten registriert, die in den 2 Folgejahren gar nicht mehr gefunden werden konnten.

Auch bei den Schwebfliegen erreichen die Sättigungskurven nach jeweils 26 Besuchen im Mai und Juni (2022 und 2023) kein Plateau, zumal im Gegensatz zu den Bienen noch mehr Besuche erforderlich waren, um 50% der totalen Artenzahl zu beobachten. Bei den Schwebfliegen gab es überdies nur Arten, die fotografisch erfasst wurden. Es wurden also keine Schwebfliegen gesammelt. Zudem fliegen bei den Schwebfliegen nur wenige Arten exklusiv ausserhalb der gewählten Untersuchungszeitspanne (17.05–30.06). Des Weiteren gelten die erfassten Schwebfliegenarten weder in der biogeografischen Region Mittelland (Gonseth & Sartori 2022) noch im Kanton Zürich als ungewöhnlich oder selten. Es scheint daher, dass viele Schwebfliegenarten Besucherinnen waren, die ihren normalen Lebensraum (z. B. den nahe gelegenen Wald) verlassen hatten. Diese Hypothese wird verstärkt durch den hohen Anteil an Arten (44%) mit nur ein oder zwei Nachweisen (Tab. 3). Die Erfassung von solchen Besuchern erfordert einen hohen Beobachtungsaufwand. In städtischen Gärten in England wurde gezeigt, dass Pflanzenmischungen in eingesäten Miniwiesen zwar Artenvielfalt und Häufigkeit von Wildbienen beeinflussen, nicht aber die Häufigkeit von Schwebfliegen (Griffiths-Lee et al. 2022). Dieses Ergebnis lässt sich möglicherweise auch dadurch erklären, dass viele Schwebfliegen «zufällige» Besucher sind und nicht etwa von einer spezifischen Flora angelockt werden.

Im Untersuchungsgebiet wurden einige seltene Bienenarten festgestellt. Darunter befanden sich sogar fünf, die auf der Roten Liste der Bienen stehen (Müller & Praz im Druck). Die Bedeutung von kleinen Naturgärten für gefährdete und seltene Arten sollte unserer Ansicht noch weiter untersucht werden. Naturgärten können so angelegt werden, dass sie die spezifischen floristischen Bedürfnisse seltener Bienenarten erfüllen und gleichzeitig geeignete Nistplätze zur Verfügung stellen. Einzelne Naturgärten oder idealerweise ein Netzwerk von Naturgärten können somit zweifellos zum Überleben dieser Arten in urbanen Gebieten mit stark fragmentierten Habitaten beitragen. Die Magnetwirkung von Naturgärten mit einer hohen Pflanzenvielfalt bietet zudem die Möglichkeit, den Fortbestand seltener Wildbienenarten in einer Region festzustellen. Für die Erfassung seltener Bienenarten ist eine hohe Besuchsintensität über viele Tage verteilt über die Monate April bis August erforderlich.

Dank

Yannick Schauwecker und Cedric Gschwend (Kompass B) haben bei der Datenerfassung geholfen. Andreas Müller (NaturUmweltWissen GmbH) überprüfte die von uns gesammelten Bienen. Jennifer Grünig hat eine frühere Version des Manuskripts korrigiert. Diesen Personen möchten wir dafür herzlich danken. Der untersuchte Naturgarten gehört der Zürcher Kantonalbank.

Literatur

- Ahrné K., Bengtsson J. & Elmqvist T. 2009. Bumble Bees (*Bombus* spp.) along a Gradient of Increasing Urbanization. PLOS ONE 4 (5): e5574.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2001. Apidae 3; *Halictus*, *Lasioglossum*. Fauna Helvetica 6: 208 pp.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2004. Apidae 4; *Anthidium*, *Chelostoma*, *Coelioxys*, *Dioxys*, *Heriades*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia*, *Stelis*. Fauna Helvetica 9: 273 pp.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2007. Apidae 5; *Ammobates*, *Ammobatoides*, *Anthophora*, *Biastes*, *Ceratina*, *Dasyopoda*, *Epeoloides*, *Epeolus*, *Eucera*, *Macropis*, *Melecta*, *Melitta*, *Nomada*, *Pasites*, *Tetralonia*, *Thyreus*, *Xylocopa*. Fauna Helvetica 20: 356 pp.

- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2010. Apidae 6; *Andrena*, *Melitturga*, *Panurginus*, *Panurgus*. Fauna Helvetica 26: 316 pp.
- Amiet F., Müller A. & Neumeyer R. 2014. Apidae 2; *Colletes*, *Dufourea*, *Hylaeus*, *Nomia*, *Nomioides*, *Rhophitoides*, *Rhophites*, *Sphecodes*, *Systropha*. Fauna Helvetica 4: 219 pp.
- Amiet F. Müller A. & Praz C. 2017. Apidae 1; Allgemeiner Teil, Gattungen, *Apis*, *Bombus*. Fauna Helvetica 29: 185 pp.
- Augstburger C. & Zettel J. 2002. Die Bienenfauna (Hymenoptera, Apidae) im Botanischen Garten Bern (Schweiz). Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern 59: 79–99.
- Banaszak-Cibicka W. & Żmihorski M. 2012. Wild bees along an urban gradient: winners and losers. Journal of Insect Conservation 16 (3): 331–343.
- Bernasconi M. 1993. Faunistisch-ökologische Untersuchung über die Wildbienen (Hymenoptera, Apidae) der Stadt Zürich. Diplomarbeit am Entomologischen Institut der ETH Zürich, 63 pp. + Anhang
- Bisschop J. 2024. Photographic determination of the macro-insect diversity in an urban garden. Online Research report: https://www.researchgate.net/publication/356361163_Photographic_determination_of_the_macro-insect_diversity_in_an_urban_garden
- Bot S. & Van de Meutter F. 2019. Veldgids Zweefvliegen. Zeist (KNNV Uitgeverij), 388 pp.
- Dötterl S. & Hartmann P. 2003. Die Bienenfauna des Ökologisch-Botanischen Gartens der Universität Bayreuth. Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 52: 2–20.
- Falk S. 2018. Bijen Veldgids voor Nederland en Vlaanderen. Kosmos Uitgeverij, 432 pp.
- 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 (8): e104679.
- Gaston K. J., Smith R. M., Thompson K. & Warren P. H. 2005. Urban domestic gardens (II): experimental tests of methods for increasing biodiversity. Biodiversity and Conservation 14: 395–413.
- Gonseth Y. & Sartori L. 2022. Die biogeografischen Regionen der Schweiz. BAFU, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2214: 28 S.
- Gotelli N. J. & Colwell R. K. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters 4 (4): 379–391.
- Griffiths-Lee J., Nicholls E. & Goulson D. 2022. Sown mini-meadows increase pollinator diversity in gardens. Journal of Insect Conservation 26: 299–314.
- Heller P. 2019. Wildbienen in einem Stadtzürcher Familiengartenareal: Bestandesaufnahme, Beurteilung und Förderung. Bachelorarbeit. Wädenswil: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen. Hier herunterladen: <https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/19276>
- Hofmann M. & Renner S. 2020. One-year-old flower strips already support a quarter of a city's bee species. Journal of Hymenoptera Research 75: 87–95.
- Müller A. & Praz C. Im Druck. Rote Liste der Bienen; gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt BAFU und Info Fauna.
- Münze R., Langner D. & Nuss M. 2006. Die Bienenfauna des Botanischen Gartens Dresden (Hymenoptera: Apidae). Sächsische Entomologische Zeitschrift 1: 45–69.
- Neumeyer R. & Nunes Coelho E. 2022. Die Stechimmen (Hymenoptera: Aculeata) einer ökologischen Ausgleichsfläche in Seegräben (ZH). Entomo Helvetica 15: 9–28.
- Praz C., Müller A., Bénon D., Herrmann M. & Neumeyer R. 2023. Annotated checklist of the Swiss bees (Hymenoptera, Apoidea, Anthophila): hotspots of diversity in the xeric inner Alpine valleys. Alpine Entomology 7: 219–267.
- Rollings R. & Goulson D. 2019. Quantifying the attractiveness of garden flowers for pollinators. Journal of Insect Conservation 23: 803–817.
- Salisbury A., Armitage J., Bostock H., Perry J., Tatchell M. & Thompson K. 2015. Enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects (pollinators): should we plant native or exotic species? Journal of Applied Ecology 52 (5): 1156–1164.
- Silló N. & Griebeler E. 2020. Die Bienenfauna (Hymenoptera: Anthophila) des Botanischen Gartens der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 57: 261–294.
- Tolman T. & Lewington R. 2022. Dagvlinders – Veldgids voor Europa en Noordwest-Afrika. Kosmos Uitgeverij, 384 pp.
- Walge C. & Lunau K. 2002. Die Wildbienenfauna (Hymenoptera, Apoidea) auf dem Campus der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Acta Biologica Benrodis 11: 27–44.
- Westrich P. 2019. Die Wildbienen Deutschlands. 2. Auflage. Ulmer Verlag, 824 pp.