

Chancen und Potenziale zur Förderung von Insekten in Haus- und Kleingärten

Matthias Nuß¹ & Sebastian Schuch²

Senckenberg Naturhistorische Sammlungen, Königsbrücker Landstr. 159, 01109 Dresden; 1 matthias.nuss@senckenberg.de, 2 sebastian.schuch@senckenberg.de

Zusammenfassung.

Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass Gärten eine hohe Anzahl von Insekten beherbergen können. Die vorliegende Arbeit geht der Frage nach, welche ökologischen Zusammenhänge für die Förderung von Insekten in Gärten von besonderer Bedeutung sind und welche praktischen Maßnahmen sich daraus ableiten und empfehlen lassen. Dabei wird davon ausgegangen, dass alle Ressourcen, die eine Insektenart im Laufe ihres gesamten Lebenszyklus benötigt, in Reichweite verfügbar sein müssen, um eine erfolgreiche Reproduktion und stabile Populationsentwicklung zu ermöglichen. Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen Nutzgärten. Es zeigte sich, dass ein alleiniger Fokus auf Blühaspekte zur Förderung von Insekten nicht ausreichend ist, um die Insektenvielfalt insgesamt zu fördern, weil zum einen blütenbesuchende Insekten weitere Habitate, Strukturen und Nahrungsquellen für Eier, Larven und Puppen benötigen und zum anderen viele Insektenarten nicht auf Blüten als Nahrung angewiesen sind. Welche Insektenarten sich in einem Garten ansiedeln, hängt von den Standortbedingungen, Strukturen und der Bewirtschaftungsintensität ab. Es empfiehlt sich, möglichst mit vorhandenen Gegebenheiten am Standort zu arbeiten, da sonst der Bewirtschaftungsaufwand zunimmt und eine daraus folgende erhöhte Bewirtschaftungsintensität einem artenreichen Garten zuwiderläuft. Wichtige Elemente in einem Garten sind ruhende, unbewirtschaftete Bereiche, nicht verdichtete und unversiegelte Böden, eine natürliche Bodenschichtung, einheimische Pflanzenarten, alte Bäume, Hecken und Gebüsche, Totholz, die Entwicklung von Rasen zu artenreicheren Blühflächen sowie naturnahe Gartenteiche. Einige Wildbienenarten spielen für die Bestäubung von Kulturpflanzen eine wichtige Rolle und können mit künstlichen Nisthilfen oder Nisthabitaten am Boden gefördert werden. Natürliche Gegenspieler wie Räuber und Parasitoide können wirtschaftlich relevanten Populationsentwicklungen potenzieller Schaderreger von Kulturpflanzen vorbeugen und sollten deshalb im Fokus der Förderung von Insekten in Gärten stehen. Mit dieser Arbeit möchten wir dazu anregen, praktische Maßnahmen für die Förderung von Insekten in Gärten umzusetzen, deren Wirkung zu dokumentieren, sich über die Ergebnisse auszutauschen und neue Erkenntnisse in die Praxis zu integrieren.

Abstract.

Opportunities and potential for promoting insects in home and allotment gardens. – Numerous scientific studies demonstrate that gardens can host a large number of insects. This paper examines which ecological relationships are of particular importance for promoting insects in gardens and which practical measures can be derived and recommended. It is assumed that

all resources required by an insect species throughout its entire life cycle must be available in easy reach to enable successful reproduction and stable population development. A main focus of the paper is on cottage gardens. It is shown that a sole focus on flowering aspects to promote insects is not sufficient to promote overall insect diversity. Firstly, flower-visiting insects require additional habitats, structures, and food sources for eggs, larvae, and pupae, and secondly, many insect species do not depend on flowers for food. Which insect species ultimately settle in a garden depends on the site conditions, structures, and cultivation intensity. It is recommended to work with existing conditions at the site wherever possible, as otherwise the management effort will increase and the resulting increased management intensity will be detrimental to a species-rich garden. Important elements in a garden are dormant, uncultivated areas, uncompacted and unsealed soils, natural soil stratification, native plant species, mature trees, hedges and bushes, deadwood, the development of lawns into more species-rich flowering areas and near-natural garden ponds. Some wild bee species play an important role in the pollination of crop plants and can be promoted with ground-based nesting habitats or artificial nesting aids. Natural antagonists such as predators and parasitoids can prevent economically relevant population growth of potential pest species of crops and should therefore be the focus of insect promotion in gardens. With this paper, we aim to encourage the implementation of practical measures for insect promotion in gardens, to document their effects, to share results, and to integrate new findings into practice.

Inhalt

Einleitung

1. Was ist ein Garten?
2. Wie viele Gärten gibt es in Deutschland und in Sachsen?
3. Welche Rolle spielt die Gartengröße für die Artenvielfalt?
4. Blütenvielfalt = Insektenvielfalt?
5. Welchen Einfluss haben einheimische und gebietsfremde Pflanzenarten auf die Artenvielfalt?
6. Gartenblumen: reine Zierde oder auch gut für Insekten?
7. Welche Bedeutung haben Gehölze für die Artenvielfalt?
8. Lebt Totholz?
9. Rasenflächen als Lebensraum für Insekten?
10. Welchen Wert haben Listen mit Empfehlungen für Pflanzen?
11. Wie viele Pflanzen einer Art braucht es für die Entwicklung einer Insektenpopulation?
12. Wie wertvoll sind Boden und Kompost in Gärten?
13. Wie hilfreich sind künstliche Nisthilfen für Wildbienen?
14. Ärger mit „Schädlingen“?
15. Welchen Nutzen haben Gartenteiche für Insekten?
16. Stechmücken im Garten?
17. Welchen Einfluss hat die Umgebung auf die Artenvielfalt in Gärten?
18. Wie viel Störung darf es sein?
19. Natur vor der eigenen Haustür – mach mit!

Danksagung

Literatur

Einleitung

Insekten in Gärten zu fördern liegt gegenwärtig im Trend. Es existiert eine unüberschaubare Fülle von Informationen im Internet, in Büchern und Zeitschriften. Hier gibt es zwei Mängel. Zum einen werden viele Ratschläge unhinterfragt kopiert und zum anderen stammen sie oft aus Quellen, hinter denen ein kommerzielles Interesse steht. Gärtnern für Insekten wird damit in einem beträchtlichen Ausmaß von Anekdoten, geschäftlichen Absichten und schlichtweg Meinungen beeinflusst anstatt von evidenzbasierten Empfehlungen. Dies dürfte auch daran liegen, dass sich Ökologen in der Vergangenheit mehr für das Studium anderer Lebensräume interessierten. Die wenigen, die sich auf Expedition in die Städte wagten, konzentrierten sich auf leichter zugängliche Lebensräume wie Parks und brachliegende Flächen (Thompson 2006).

Dabei ist die Bedeutung von Gärten für die Insektenvielfalt schon lange bekannt (Owen & Owen 1975; Davis 1978; Vickery 1995). Im Jahr 1991 veröffentlichte Jennifer Owen (1991) die Ergebnisse ihrer 15-jährigen Erfassungen der Artenvielfalt aus ihrem 741 m² großen Garten in der englischen Stadt Leicester. Dieses Buch erzeugte unter Ökologen so viel Aufmerksamkeit, dass es dem Thema zu einem Durchbruch in der Wissenschaft verhalf. 2010 veröffentlichte Owen dazu ein zweites Buch, nachdem die Untersuchungen in ihrem Garten 30 Jahre andauerten. In diesem dokumentierte sie 436 Blütenpflanzenarten (einschließlich Gräser) sowie neben anderen Wirbeltieren und Wirbellosen auch 1.997 Insektenarten. Gärten können also eine beträchtliche Anzahl an Insektenarten beherbergen. Im Folgenden gehen wir dazu verschiedenen Fragen nach, um herauszuarbeiten, welche Faktoren Insekten in Gärten fördern und welche ihnen schaden. Dabei steht im Vordergrund, ob Insekten in einem Garten ihren gesamten Entwicklungszyklus durchlaufen können oder ob sie dort nur kurz als so genannte Touristen zu Gast sind, und welche Faktoren einen Garten zu einem Lebensraum für viele Arten machen. Basierend auf wissenschaftlichen Publikationen versuchen wir darauf Antworten zu geben.

Der Fokus liegt dabei auf Klein- und Hausgärten, die privat genutzt werden und in der Regel nicht öffentlich zugänglich sind. Bei unseren Recherchen und Überlegungen haben wir uns auf Gärten konzentriert, in denen Obst, Gemüse, Kräuter und Zierblumen angebaut werden, das heißt, die Besitzer haben Interesse daran, einen (kleinen) Ertrag zum Beispiel in Form von Schnittblumen, Gemüse oder Obst in ihrem Garten zu erzielen, und der Garten soll nicht ausschließlich der Förderung von Insekten dienen.

1. Was ist ein Garten?

Aus heutiger Sicht können die Praxisratgeber von Schreiber (1993) „Tiere auf Wohnungssuche“ und Klausnitzer (1994) „Biotope im Garten“ als Vorreiter für die Förderung von Tieren, einschließlich Insekten, in Gärten angesehen werden. Die Titel aktueller Bücher wie „Rewild Your Garden“ (Frances Tophill 2020, Greenfinch, London, 191 S.), „Wild your Garden“ (The Butterfly Brothers 2020, DK, 192 S.) und „The Garden Jungle“ (Dave Goulson, 2020, Penguin, 288 S.) versprechen viel Natur im eigenen Garten. Dabei haben die in den Titeln verwendeten Begriffe wenig mit Gärten zu tun. „Rewilding“, zu

deutsch „Wiederverwilderung“, meint das langfristige Zulassen der natürlichen Sukzession ohne menschliche Einflussnahme in einer ganzen Landschaft unter dem Einfluss von großen pflanzenfressenden Säugetieren (Megaherbivoren) wie Wisent, Taurusrind und Pferd. „Wilding“, zu deutsch „Verwilderung“, würde ebenfalls die natürliche Sukzession zulassen, die in Gärten zu großflächigen Beständen von Pflanzengesellschaften mit Brennnesseln, Kanadischer Goldrute, Brombeeren und weiteren Pflanzen führt. Und „Dschungel“ bezeichnet dichte und undurchdringliche Monsunwälder, insbesondere in Südostasien. Auch die Begriffe „Natur“ und „naturnah“ werden vielfach strapaziert, um die Förderung einheimischer Arten in Gärten zu propagieren. An dem Naturbegriff haben sich Philosophen seit der Antike abgearbeitet. Dabei wird die Natur zuweilen als Gegenpol zur Kultur dargestellt, zuweilen wird der Mensch als Teil der Natur gesehen.

Lassen wir also diese Begriffe beiseite und gehen der Frage nach, was ein Garten ist. Schaut man auf die Tätigkeiten – umgraben, grubbern, hacken, harken, säen, pflanzen, gießen, ernten, Pflanzen entnehmen, Gehölze schneiden, Rasen mähen – so sind all das stets wiederkehrende, notwendige Maßnahmen, um einen Garten in dem Zustand zu halten, in dem seine Besitzer ihn haben möchten. Welche Pflanze wann und wo wächst, entscheidet – auch in einem Naturgarten – der Mensch, wenn auch nicht jede gewünschte Pflanze in jedem Garten gedeiht. Ein Garten beherbergt also eine weitgehend planvolle Pflanzenartenzusammensetzung und diese kann nur mit kontinuierlicher Arbeit aufrechterhalten werden (Owen 1983: 409). Das ist unabhängig davon, ob Obst, Gemüse, Zier- oder Wildpflanzen angebaut werden. Ein Garten ist immer Ausdruck der Individualität einer Person, die darin gärt, weshalb schon zwei benachbarte Gärten meist nicht identisch sind.

2. Wie viele Gärten gibt es in Deutschland und in Sachsen?

In Deutschland gibt es 17 Mio. Hausgärten mit einer Gesamtfläche von 680.000 ha, was knapp 2 % der Landesfläche entspricht (Dehnhardt et al. 2021). Hinzu kommen 960.000 Kleingärten, die 44.000 ha umfassen und durchschnittlich 370 m² groß sind (ohne öffentliches Grün, Spazierwege, Spiel- und Erholungsplätze, Lehr-, Schul- und Lerngärten sowie Vereinsheime in den Kleingartenanlagen) und mehr als 200.000 weitere Kleingärten, die nicht im Bundesverband der Deutschen Gartenfreunde e. V. organisiert sind (BBSR 2018). In Sachsen gibt es 215.000 Kleingärten mit einer Gesamtfläche von 9.000 ha (Brumm 2023), davon 38.000 Gärten in Leipzig, 17.400 in Chemnitz und 25.000 in Dresden. Durchschnittlich gibt es in Sachsen 5 Kleingärten pro 100 Einwohner (BBSR 2018).

3. Welche Rolle spielt die Gartengröße für die Artenvielfalt?

Kleinere Gärten besitzen für sich genommen zwar eine geringe Fläche, stellen in ihrer Gesamtheit aber einen erheblichen Anteil an den Grünflächen im Siedlungsraum (Gaston et al. 2005 b; Loram et al. 2007). Je größer ein Garten, desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass es in ihm höhere Bäume, anteilig mehr Grünfläche und eine Kompostierungsstelle gibt (Smith et al. 2005; Loram et al. 2008 b). Große Gärten bieten also Strukturen, die in

kleineren Gärten seltener vorkommen. Allerdings enthält ein kleiner Garten auf seiner Fläche genauso viele Pflanzenarten wie eine gleich große Fläche in einem größeren Garten, und auf gleicher Fläche enthält ein Garten zweimal so viele Pflanzenarten wie andere Lebensräume in der Kulturlandschaft, z. B. Sand- und Kalkmagerrasen, Wald und Buschland (Thompson et al. 2003). Eine Verdoppelung der Gartengröße hat eine Erhöhung des Pflanzenartenreichtums um etwa 25 % zur Folge (Smith et al. 2006 b).

Wie bereits in der Einleitung anhand des Beispiels von Jennifer Owen (1991, 2010) erwähnt, können in einem Garten über einen längeren Zeitraum sehr viele Insektenarten nachgewiesen werden. Inzwischen gibt es weitere Fallbeispiele. Kölkebeck (2010) wies in einem 250 m² großen Garten in St. Augustin bei Bonn von 1989 bis 2010 durch Lichtfang 622 Käferarten nach. Der Autor räumt aber selbst ein, dass er mit dieser Methode viele Arten aus umliegenden Gärten und nahegelegenen Waldgebieten anlockte. In den Niederlanden beobachtete Hoogenstein im Jahr 2021 in seinem 250 m² großen Garten 1.062 Insektenarten (Hoogenstein 2023; Daten auf waarneming.nl). In einem ebenfalls 250 m² großen Hausgarten wurden in den Jahren 2020 und 2021 in Weilheim in Südbayern 1.083 Arten von Pflanzen, Tieren und Pilzen nachgewiesen, darunter 686 Insektenarten (Zehm et al. 2024). Allerdings sagen diese Zahlen wenig darüber aus, wie viele der nachgewiesenen Insektenarten in dem jeweiligen Garten einen Lebensraum vorfinden, in dem sie ihre gesamte Individualentwicklung vom Ei bis zum adulten Insekt vollenden können. Tatsächlich ist es nicht einfach, eine solche Einschätzung vorzunehmen, da Insekten mobil sind und je nach Art unterschiedliche Ressourcen benötigen. Untersuchungen in mehreren Gärten einer Region zeigen, dass die Artenzusammensetzung von Garten zu Garten variiert und die Gesamtartenzahl aller Gärten einer Region deshalb höher ausfällt als in einem einzelnen Garten (Smith et al. 2006 a; Braschler et al. 2020). Allein in 35 Hausgärten in Basel fanden Braschler et al. (2020) von den am Boden lebenden Wirbellosen 13,9 % aller in der Schweiz vorkommenden Arten. Bereits kleine Gärten haben also ein großes Potenzial für die Förderung der Insektenvielfalt, sowohl als Lebensraum als auch für die Vernetzung von Lebensräumen, und die Gesamtheit der Gärten hat einen beträchtlichen Wert für die regionale Artenvielfalt (Braschler et al. 2020).

4. Blütenvielfalt = Insektenvielfalt?

Blüten stellen mit ihrem Pollen- und Nektarangebot für die Adulten vieler Insekten eine wichtige Nahrungsgrundlage bereit. Dabei beeinflussen Struktur, Farbe und Duft der Blüten sowie der Blühzeitpunkt im Jahresverlauf und der Tag-Nacht-Rhythmus, von welchen Insekten sie bestäubt werden können. Umgekehrt beeinflussen bei den Insekten der Bau ihrer Mundwerkzeuge, ihre spezifischen Sinnesleistungen und ihr zeitliches Auftreten, auf welchen Pflanzenarten sie sich zur Nahrungsaufnahme einfinden und ob sie dabei den kohlenhydratreichen Nektar, den eiweißreichen Pollen oder beides aufnehmen. Daraus ergeben sich mehr oder weniger spezialisierte Insekten-Pflanzen-Beziehungen (Proctor et al. 1996; Flügel 2013; Schwerdtfeger & Flügel 2015). Eine große Bedeutung für die Bestäubung von Gartenpflanzen haben die folgenden vier Insektengruppen.



Abb. 1: Die Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*). Als Larve frisst sie Blattläuse, als Fliege bestäubt sie Blüten. Chemnitz-Hilbersdorf, NABU Streuobstwiese, Mai 2020. Foto: Benjamin Franke

Käfer besitzen Mandibeln, also kauend-beißende Mundwerkzeuge, mit denen sie beim Blütenbesuch Pollen fressen. Typische Käferblumen bieten deshalb besonders viele Pollen an. In Gärten spielen Käfer eine besondere Rolle für die Bestäubung solcher Käferblumen, zu denen Magnolien (*Magnolia* spp.), Pfingstrosen (*Paeonia* spp.), Rosen (*Rosa* spp.) und Seerosen (*Nymphaea* spp.) gehören. Käfer verschiedener Verwandtschaftsgruppen bestäuben zahlreiche einheimische Pflanzenarten. Unter ihnen ist beispielsweise der Feldahorn-Bock (*Alosterna tabacicolor*) der wichtigste Bestäuber von Fuchs' Knabenkraut (*Dactylorhiza fuchsii*) (Flügel 2013; Schwerdtfeger & Flügel 2015).

Auch Bienen (Apidae) haben Mandibeln für die Aufnahme von Pollen, zusätzlich einen Rüssel zum Nektarsaugen und je nach Verwandtschaftsgruppe unterschiedliche Einrichtungen zum Sammeln von Pollen für die Larven. Bienen ernähren sich also sowohl im Larven- als auch im Adultstadium fast ausschließlich von Blütennektar und -pollen (einige Arten sammeln auch Öle und Duftstoffe). Zu den typischen Bienenblumen in Gärten gehören Schmetterlingsblütler (Fabaceae) wie Duftende Platterbse (*Lathyrus odoratus*), Erbse (*Pisum sativum*) und Ackerbohne (*Vicia faba*), Lippenblütler (Lamiaceae) wie Echter Salbei (*Salvia officinalis*) sowie Rosengewächse (Rosaceae) wie Kulturapfel (*Malus domestica*), Vogelkirsche (*Prunus avium*), Sauerkirsche (*Prunus cerasus*) und Kultur-Pflaume (*Prunus domestica*). Dabei wird die Bestäubung nicht allein von der Westlichen Honigbiene (*Apis mellifera*) geleistet. Viele Wildbienenarten haben daran einen Anteil, und dieser ist in manchen Fällen größer als jener der Honigbiene (Proctor et al. 1996; vergleiche auch Kapitel 13).



Abb. 2: Ein Distelfalter (*Vanessa cardui*) saugt an einer Zinnie (*Zinnia*) Nektar. Botanischer Garten Dresden, 30.09.2011. Foto: Stefanie Mösch

equestris) rund 10.000 Pollenkörner (davon 29 % Fruchtpollen) und eine Scheinbienen-Keilfleckschwebfliege (*Eristalis tenax*) rund 3.500 Pollenkörner (67 % Fruchtpollen) transportiert. Im Vergleich dazu betragen die Pollenmengen der Dunklen Erdhummel (*Bombus terrestris*) und der Westlichen Honigbiene (*Apis mellifera*) 19.000 (85 % Fruchtpollen) bzw. 5.600 Pollenkörner (73 % Fruchtpollen) (Kendall & Solomon 1973).

Schmetterlinge (Lepidoptera) besitzen einen langen und dünnen, aufrollbaren Rüssel, mit dem sie an den Nektar in schmalen und dünnen Blüten gelangen, z. B. von Korbblütlern (Asteraceae) wie Zinnien (*Zinnia elegans*), Nelkengewächsen (Caryophyllaceae) wie die Jupiternelke (*Lychnis flos-jovis*) und Geißblattgewächsen (Caprifoliaceae) wie die Wilde Karde (*Dipsacus fullonum*). Tagfalter nutzen tagsüber blühende Blüten, mit oft purpurfarbenen Kronenblättern. Nachtfalter nutzen nachts blühende und duftende Blüten, mit oft weißen Kronenblättern, wie z. B. Brom- und Himbeeren (*Rubus* spp.) (Schwerdtfeger & Flügel 2015; Anderson et al. 2023).

Für die Bestäubung der Gartenpflanzen sind also die Adulten verschiedener, auch weiterer hier nicht aufgeführter Insektengruppen von Bedeutung (Doyle et al. 2020; Rader et al. 2020; vergleiche auch Kapitel 14). Mit einem reichhaltigen Blütenangebot, nicht nur von Kulturpflanzen, sondern auch von einheimischen Pflanzen, das auf verschiedenen Pflanzenfamilien beruht und sich im Jahresverlauf staffelt, kann eine Vielfalt adulter Insekten gefördert werden.

Schwebfliegen (Syrphidae) besitzen einen breiten, leckend-saugenden Rüssel, mit dem sie Pollen und Nektar aufnehmen, der sich relativ oberflächlich auf den Blüten befindet. Im globalen Maßstab bestäuben Schwebfliegen 52 % der von Insekten bestäubten Nahrungspflanzen des Menschen sowie in Europa etwa 70 % der von Insekten bestäubten Wildblumen (Doyle et al. 2020; Rader et al. 2020). In Gärten sind Schwebfliegen die wichtigsten Bestäuber für Dill (*Anethum graveolens*), Fenchel (*Foeniculum vulgare*), Möhre (*Daucus carota*), Pastinak (*Pastinaca sativa*), Petersilie (*Petroselinum crispum*), Paprika (*Capsicum annuum*) und Erdbeeren (*Fragaria* spp.) (Doyle et al. 2020). Darüber hinaus sind Schwebfliegen wichtige und bislang unterschätzte Bestäuber in Apfelkulturen, wo eine Narzissenschwebfliege (*Merodon*



Abb. 3: Larven des Distelfalters auf dem Blatt einer Filz-Klette (*Arctium tomentosum*). Weißenborn OT Berthelsdorf, Juli 2019. Foto: Matthias Nuß

Von den meisten blütenbesuchenden Insekten unterscheiden sich die Wildbienen durch die Tatsache, dass sich sowohl die Adulten als auch die Larven von Pollen und Nektar ernähren. Alle anderen blütenbesuchenden Insekten benötigen als Larven andere Nahrungsquellen und damit oftmals sogar andere Habitate als die Adulten. Die Larven der Bockkäfer fressen in Gehölzen oder krautigen Pflanzen und verdauen die Zellulose mithilfe von Symbionten. Die Larven vieler Marienkäfer (Coccinellidae), Schwebfliegen und Florfliegen (Chrysopidae) ernähren sich räuberisch von Blattläusen (Aphidoidea). Schmetterlingslarven akzeptieren oft nur wenige oder gar nur eine Pflanzenart als Nahrungspflanze. Tagpfauenauge (*Aglais io*), Kleiner Fuchs (*Aglais urticae*) und Landkärtchen (*Araschnia levana*), deren Larven an der Großen Brennnessel (*Urtica dioica*) leben, müssen als Falter andere Pflanzenarten zum Nektarsaugen aufsuchen, da die Brennnessel keinen Nektar liefert.

Darüber hinaus kommen die Adulten vieler Insektenarten ohne Nektar und Pollen aus, wie Wanzen (Heteroptera) und Zikaden (Auchenorrhyncha), die mit ihren Saugrüsseln Pflanzenteile anstechen, um Pflanzensaft zu saugen, wobei zahlreiche Arten jeweils an ganz bestimmte Nahrungspflanzen gebunden sind (Deckert & Wachmann 2020; Mühlethaler et al. 2019). Blütenreichtum in Gärten ist also nur ein Teil der Grundlage, die manche Insekten im Laufe ihrer Entwicklung benötigen. Damit ein Garten nicht nur ein Ort ist, den Insekten wegen seines Blütenangebotes besuchen, sondern der einen Lebensraum für ihre gesamte Entwicklung stellt, müssen in der Regel weitere Habitatstrukturen und Nahrungsquellen bereitstehen. Nur so können sich in einem Garten Insekten vermehren und stabile Populationen aufbauen.

5. Welchen Einfluss haben einheimische und gebietsfremde Pflanzenarten auf die Artenvielfalt?

In Deutschland gibt es etwa 1.000 Gefäßpflanzenarten, die aus anderen Regionen stammen, sich in unserer Umwelt etabliert haben und ausbreiten. Sie wurden von uns Menschen bewusst eingeführt oder unbeabsichtigt verschleppt. Solche gebietsfremden Pflanzen bezeichnet man als Neophyten (BfN 2025). Von den bewusst eingeführten gebietsfremden Pflanzenarten breiten sich jene, die über längere Zeit im Handel angeboten sowie in Privatgärten und Grünanlagen kultiviert wurden, mit größerer Wahrscheinlichkeit in unserer Umwelt aus (Smith et al. 2006 b; Kowarik 2010). In einer Untersuchung in 61 städtischen Hausgärten in Sheffield, Großbritannien, umfasste die Gartenflora 1.166 Arten, von denen im Durchschnitt 30 % einheimisch und 70 % gebietsfremd waren (Smith et al., 2006 b). Betrachtet man die Häufigkeit der Arten, also wie viele Exemplare pro Art vorkommen, waren gebietsfremde Arten seltener vertreten als einheimische Arten und 79 % der gebietsfremden Arten wurden jeweils nur ein einziges Mal nachgewiesen. Die Strauchbestände waren überproportional häufig aus gebietsfremden Arten zusammengesetzt (Smith et al. 2006 b). Ähnliche Zahlen fanden Loram et al. (2008 a) bei einem Vergleich von 267 Hausgärten in fünf Städten Großbritanniens. Für Deutschland nennt Kunick (1991) 335 krautige Gartenpflanzen, die in Städten verwildern. Nun stellt sich die Frage, welche Rolle die geographische Herkunft von Pflanzenarten für Insekten spielt. In Großbritannien erhöhten Salisbury et al. (2015) in einer Untersuchung das Blütenangebot in drei Varianten: (1) mit einheimischen Pflanzenarten, (2) mit gebietsfremden Pflanzenarten der nördlichen Hemisphäre und (3) mit gebietsfremden Pflanzenarten der südlichen Hemisphäre. Bei den Varianten 1 und 2 ist die Anzahl der Individuen blütenbesuchender Insekten höher als bei Variante 3, wobei die Anzahl der blütenbesuchenden Schwebfliegen am höchsten in der Variante 1 ist. Gärten können somit als Nektarhabitat für Bestäuber aufgewertet werden, wenn einheimische Blütenpflanzen in der Gartengestaltung berücksichtigt werden. Kommen gebietsfremde Arten zum Einsatz, sollte solchen aus der nördlichen Hemisphäre gegenüber solchen aus der südlichen Hemisphäre der Vorrang gegeben werden (Salisbury et al. 2015). Untersuchte man in denselben Varianten, wie viele Insekten insgesamt am oberirdischen Bereich der Pflanzen leben, also nicht nur an den Blüten, sind an einheimischen Pflanzenarten etwas mehr Insekten zu finden als an gebietsfremden Pflanzenarten der nördlichen Hemisphäre und deutlich weniger Insekten an gebietsfremden Pflanzenarten der südlichen Hemisphäre. Innerhalb dieser drei Varianten nimmt die Häufigkeit der Insekten jeweils mit der Menge an Pflanzenmaterial und der Vegetationsdichte zu (Salisbury et al. 2017). In denselben Varianten nahm die Häufigkeit von Bodenarthropoden mit zunehmend geschlossener und ganzjähriger Vegetationsdecke sowie der Menge an Pflanzenmaterial zu und war bei den einheimischen Pflanzenarten höher, wobei im Winter im Verhältnis mehr Tiere bei den gebietsfremden Pflanzenarten der südlichen Hemisphäre gefunden wurden. Bei Betrachtung einzelner funktionaler Gruppen folgen Pflanzenfresser, Parasitoide und Laufkäfer (Carabidae) diesem Muster, wohingegen Allesfresser bei gebietsfremden Pflanzenarten

der nördlichen Hemisphäre am häufigsten anzutreffen waren und Detritusfresser keine Unterschiede zwischen den drei Varianten zeigten (Salisbury et al. 2020). Noch deutlicher werden die Zusammenhänge bei der Artenzahl und Häufigkeit der Larven phytophager Schmetterlinge. In den USA verglichen Burghardt et al. (2010) die Vorkommen von Larven an einheimischen Pflanzen, gebietsfremden aber nahen Verwandten der einheimischen Pflanzen und gebietsfremde Pflanzen ohne nahen Verwandte im Untersuchungsgebiet. Dabei wurden auf einheimischen Pflanzen im Vergleich zu gebietsfremden, aber nahen Verwandten der einheimischen Pflanzen mehr als doppelt so viele Schmetterlingsarten und mehr als dreimal so viele Individuen gefunden. Im Vergleich zu gebietsfremden Pflanzen ohne nahe Verwandte im Untersuchungsgebiet wurden auf den einheimischen Pflanzen zwei- bis dreimal mehr Schmetterlingsarten im Larvenstadium gefunden. Die Verwendung einheimischer Pflanzenarten in Gärten leistet also einen großen Beitrag zur Erhöhung der Insektenvielfalt.

6. Gartenblumen: reine Zierde oder auch gut für Insekten?

Gartenblumen können attraktiv für adulte blütenbesuchende Insekten sein. Bei Untersuchungen in Großbritannien wurden an 32 Blumensorten die zu 19 Arten gehören blütenbesuchende Insekten erfasst. 84 % aller blütenbesuchenden Insekten waren Bienen, davon etwa ein Drittel Honigbienen sowie zwei Drittel Hummeln und ein kleiner Anteil anderer Bienengattungen. Es folgten Schwebfliegen mit 7–10 % sowie Schmetterlinge (Tag- und Nachtfalter) und alle anderen Insektengruppen mit je 1–3 % (Garbuzov & Ratnieks 2014 a). Allerdings gibt es zwischen den Pflanzenarten und sogar innerhalb einer Art – zwischen einzelnen Sorten – große Unterschiede in der Menge der angelockten Insekten. Bei der Untersuchung von 79 Blumensorten in voller Blüte wurde deutlich, dass die meisten Sorten (77 %, n = 61) für blütenbesuchende Insekten entweder wenig attraktiv oder völlig unattraktiv waren. Mehrere Sorten (19 %, n = 15) waren mäßig attraktiv, aber nur sehr wenige (4 %, n = 3) waren sehr attraktiv. Im Detail zeigte sich bei den untersuchten Dahliensorten, dass „offen“ blühende Formen etwa 20-mal attraktiver als „geschlossen“ blühende Formen sind (Garbuzov et al. 2015). Damit besteht ein großes Potenzial, Gärten durch die Verwendung von Blumensorten mit offenen Blüten, die Nektar und Pollen liefern, insektenfreundlicher zu gestalten (Garbuzov & Ratnieks 2014 a; Garbuzov et al. 2015, 2017).

7. Welche Bedeutung haben Gehölze für die Artenvielfalt?

Mehr als 3.000 der über 33.000 in Deutschland vorkommenden Insektenarten sind als Pflanzenfresser in mindestens einem Entwicklungsstadium auf einheimische Gehölzarten angewiesen. Die meisten Nahrungspflanzenbindungen bestehen für Weide (*Salix*), Eiche (*Quercus*) und Birke (*Betula*), aber unter den 25 wichtigsten Gehölzgattungen sind auch Obstgehölze wie Kirschen (*Prunus*), Äpfel (*Malus*), Rosen (*Rosa*), Brom- und Himbeeren (*Rubus*) sowie Birnen (*Pyrus*). In Deutschland gebietsfremde Gehölzarten, ohne einheimische Verwandte auf Gattungsebene, sind nur für wenige eingeschleppte Insektenarten

oder solche mit einem sehr breiten Nahrungsspektrum als Nahrungspflanzen geeignet (Schuch et al. 2024). Dazu gehören beispielsweise die in Gärten oft anzutreffenden Arten wie Schmetterlingsflieger (*Buddleja*), Lebensbäume (*Thuja*) und Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*). Der Schmetterlingsflieger wird in seiner Bedeutung für Schmetterlinge oft überschätzt, weil vor allem große auffällige Tagfalter an seinen Blüten Nektar saugen. Aber diese Falter sind gute Flieger, können sich im Laufe eines Tages viele Nektarquellen erschließen, während die Pflanze als Nahrungsgrundlage für Larven einheimischer Schmetterlingsarten kaum eine Rolle spielt (vergleiche dazu auch Kapitel 4). Die Anzahl an Bäumen in Gärten ist ein Schlüsselement für eine hohe Artenvielfalt (Smith et al. 2005, 2006 a). Dabei bieten Gehölze nicht nur eine unmittelbare Nahrungsgrundlage, sondern sind auch Lebensraum für Räuber oder Parasitoide oder für Insektenarten, die auf Gehölzen lebende Epiphyten als Lebensraum oder Nahrungsquelle nutzen. So sind vermutlich mehr als ein Drittel aller in Deutschland vorkommenden Insektenarten direkt oder indirekt auf Gehölze angewiesen (Schuch et al. 2024). Zudem erschließen Bäume mit ihrem hohen Wuchs die dritte Dimension und schaffen dadurch auch schattige und halbschattige Bereiche, die i. d. R. kühler und feuchter sind. Damit erhöhen sie die Vielfalt ökologischer Nischen in unteren Schichten, wie auch dem Boden. Neben der Artenzusammensetzung und der Anzahl der Gehölze ist auch deren Alter wichtig. Alte Bäume und Hecken sind über Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte gewachsen und stellen vielen Arten mehr und andere Mikrohabitate zur Verfügung als junge Gehölze (Bütler et al. 2020; Schuch & Nuß 2025). Zu solchen Mikrohabitaten gehören beispielsweise Astlöcher, Totholz, eine dicke Borke und ein großes Kronenvolumen mit einem kühl-feuchten Innenklima. Auch mit zunehmendem Stammdurchmesser nimmt die Artenvielfalt zu (Bouget et al. 2011). Bäume entfalten also erst mit zunehmendem Alter ihren hohen Wert für die Artenvielfalt, weshalb der Pflege und dem Erhalt alter Bäume und Hecken besonders viel Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

8. Lebt Totholz?

Sterben Bäume oder Teile von ihnen ab, ist ihr Totholz Lebensgrundlage für viele weitere Insekten, Pilze und andere saproxyliche Organismen (Gaston et al. 2005 a; Buse et al. 2021). Allein unter den Käfern leben etwa 25 % der Arten obligatorisch oder fakultativ im oder am Holz. Im Winter bietet liegendes Totholz in fortgeschrittener Zersetzung einen wichtigen Unterschlupf für Laufkäfer, Hummeln, Hornisse, Blattwespen und Schlupfwespen (Buse et al. 2021). Bei stehendem Totholz bildet sich von oben nach unten ein Feuchtigkeits- und Wärmegradient, entlang dessen verschiedene saproxyliche Käferarten eine Nische finden, so dass sie in stehendem Totholz signifikant arten- und individuenreicher auftreten als in liegendem (Bouget et al. 2011). Totholz in Gärten ist also ein wichtiger Lebensraum für viele Insekten und kann bei der Gestaltung von Gärten berücksichtigt werden.

9. Rasenflächen als Lebensraum für Insekten?

Rasenflächen stellen einen prägenden Anteil an der bewachsenen Fläche in Haus- und Kleingärten. Sie können einige krautige Pflanzenarten enthalten, auch wenn Gräser dominieren (Thompson et al. 2004). Dort, wo Teilbereiche krautige Pflanzenarten enthalten und nicht für Freizeitaktivitäten genutzt werden, kann mit maximal drei Mahdterminen im Jahr, der Beräumung des Mahdgutes und dem Belassen ungemähter Bereiche bei jeder Mahd die Entwicklung und Überwinterung von Insekten gefördert werden. Das überjährige Pflanzenmaterial sollte keinesfalls vor Mitte Mai entfernt werden, damit die Insekten im Frühjahr schlüpfen können. Diese Methode wurde von 2015 bis 2020 in dem Mitmachprojekt „Puppenstuben gesucht – Blühende Wiesen für Sachsens Schmetterlinge“ angewendet. Im Rahmen des Projektes erfolgte im Jahr 2019 eine quantitative Insekterfassung, um die Wirkung der partiellen Mahd auf Grünflächen zu evaluieren. Dazu wurden neun Schmetterlingswiesen und neun in unmittelbarer Nähe gelegene, intensiv gemähte Flächen in Dresden und Umgebung jeweils fünf Mal begangen und während jeder Begehung 100 Kescherschläge durchgeführt. Die mittlere Arthropodenbiomasse betrug 1,26 bis 4,51 g pro Schmetterlingswiese und 0,01 bis 0,33 g pro intensiv gemähte Fläche. Die Auswertung aller adulter Individuen der Bienen (Apidae), Käfer (Coleoptera), Wanzen (Heteroptera), Heuschrecken (Orthoptera), Tagfalter (Papilionoidea) sowie Raubfliegen (Asilidae) und Schwebfliegen (Syrphidae) ergab 260 Arten auf allen untersuchten Flächen. Die mittlere Artenzahl pro Begehung betrug auf den Schmetterlingswiesen 13,6 bis 24,8 Arten und auf den intensiv gemähten Flächen maximal drei Arten. 90 Insektenarten wurden als Larve nachgewiesen, davon 86 Arten auf den Schmetterlingswiesen, zwei auf intensiv gemähten Flächen und zwei sowohl auf Schmetterlingswiesen als auch auf intensiv gemähten Flächen. Die mittlere Anzahl der im Larvenstadium pro Begehung festgestellten Arten beträgt auf den Schmetterlingswiesen 2,4 bis 8,6 Arten und auf den intensiv gemähten Flächen 0 bis 0,4 Arten. 42 Arten wurden sowohl im Larven- wie auch im Adultstadium nachgewiesen. Biomasse, Artenzahl der ermittelten Adulten und Larven liegen auf den Flächen mit einer reduzierten Mahdfrequenz und einer stets partiellen Mahd also um eine Zehnerpotenz höher als auf intensiv gemähten Flächen (Wintergerst et al. 2021; Nuß & Lehmann 2022). Rösch et al. (2023) zeigten, dass eine erhöhte Pflanzenartenvielfalt von Wiesenflächen in Gärten auch mit einer höheren Zikaden-Artenvielfalt einhergeht, aber eine zunehmende Mahdintensität wirkte sich auf die Zikadenfauna ebenfalls negativ aus. Da Rasenflächen in Gärten oft sehr klein sind und wenig Pflanzenarten enthalten, könnte es sich lohnen, die Pflanzenartenvielfalt durch die Einsaat von einheimischen Wildblumen auf Teilflächen zu erhöhen. In Großbritannien wurde dazu ein Versuch mit eingesäten Mini-Wiesen von 4 m² Größe in verschiedenen Gärten durchgeführt. Im Jahr nach der Aussaat wurde an diesen Mini-Wiesen die doppelte Individuenzahl an Hummeln sowie fast die doppelte Anzahl an Solitärbienen und Solitärwespen im Vergleich zu Kontrollparzellen ohne zusätzliche Einsaat festgestellt (Griffiths-Lee et al. 2022). Um die Artenvielfalt der Insekten auf solchen Flächen nachhaltig zu fördern, ist es auch hier wichtig, das oben beschriebene Mahdregime anzuwenden, um die Entwicklung von Insekten zu ermöglichen.

10. Welchen Wert haben Listen mit Empfehlungen für Pflanzen?

Empfehlungslisten für Pflanzenarten sind für die Öffentlichkeit sehr ansprechend, was sie zu einem hervorragenden Kommunikationsinstrument und einem nützlichen Ausgangspunkt für weitere Recherchen macht. Allerdings enthalten viele Listen oft lückenhafte Empfehlungen, lassen beispielsweise viele Pflanzenarten aus und die Listen basieren oft auf dem allgemeinen Erfahrungswissen der Autoren und nicht auf einer empirischen Datengrundlage (Garbuzov & Ratnieks 2014 b). Da einem Gärtner oder einer Gärtnerin viele tausend Pflanzenarten und -sorten zur Verfügung stehen, von denen viele für Insekten attraktiv sind, kann eine Liste wahrscheinlich nie vollständig sein und implizit den falschen Eindruck vermitteln, dass die nicht aufgeführten Pflanzen für Insekten von geringem Wert sind (Thompson 2006; Garbuzov & Ratnieks 2014 b). Pflanzenlisten sollten deshalb stets die Kriterien benennen, nach denen sie erstellt wurden, um ihre Zielstellung und Grenzen transparent an die Nutzenden zu vermitteln. Dies kann durch ein Bewertungssystem für bestimmte Insektengruppen, Standortbedingungen oder Regionalität erfolgen. Derart begründete Listen für einheimische Pflanzenarten liegen beispielsweise von Meerheim & Nuß (2020), Munschek et al. (2023) und Staude et al. (2024) vor.

11. Wie viele Pflanzen einer Art braucht es für die Entwicklung einer Insektenpopulation?

Um in einem Garten die Pflanzenvielfalt zu erhöhen, müssen die Bestände einzelner Pflanzenarten verständlicherweise kleinräumig begrenzt werden. Aber welche Größe und Eigenschaften muss der Bestand einer Pflanzenart aufweisen, um eine Lebensgrundlage für eine Insektenpopulation bieten zu können? Seit langem wird vielfach empfohlen, die Große Brennnessel (*Urtica dioica*) in Gärten wachsen zu lassen, damit sich an ihnen die Larven von Tagpfauenauge, Kleiner Fuchs, Admiral (*Vanessa atalanta*), C-Falter (*Polygonia c-album*) und Landkärtchen entwickeln können, die ausschließlich oder überwiegend auf diese Nahrungspflanze angewiesen sind. Um die Bedeutung von Brennnesseln in Gärten für diese Tagfalterarten zu testen, stellten Gaston et al. (2005 a) Pflanztöpfe mit Brennnesseln in 20 Hausgärten. Über die Untersuchungsdauer von drei Jahren fanden sie nur zwei Larven des C-Falters an einer einzigen Pflanze. Ferner konnten sie sechs andere auf Brennnessel spezialisierte Insektenarten nachweisen und bei Untersuchungen weiterer 61 Gärten mit Malaisefallen zusätzlich drei weitere auf Brennnessel spezialisierte Insektenarten. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass ein kleiner Bestand an Brennnesseln im Garten nicht ausreicht, um einen Lebensraum für die Larven zu schaffen. Zudem besitzen die genannten Tagfalterarten ganz unterschiedliche Ansprüche an Feuchtigkeit und Besonnung (Reinhardt & Richter 1978). Um diese Tagfalterarten also im Garten zu fördern, bräuchte es einen Brennnesselbestand, der besonnte, halbschattige und schattige Bereiche umfasst. In einem solchen Bestand können die Weibchen für die Eiablage den für ihre Art jeweils optimalen Bereich auswählen. Neben dem Vorhandensein geeigneter Pflanzenarten und einer jeweils ausreichenden Anzahl von Pflanzen einer Art spielen Standortbedingungen und eine günstige Nahrungsqualität eine entscheidende Rolle, damit die Ressource tatsächlich als Nahrung für die Larven angenommen wird (Fartmann & Hermann 2006).

Um die Nahrung der Larven geht es auch in überwiegendem Maße, wenn Bienen Blüten besuchen, denn die Adulten versorgen sich hier nicht nur selbst mit Nektar, sondern sammeln vor allem Pollen für ihre Larven, den sie in die Brutzellen eintragen. Aber wie viel Pollen benötigt eine Larve bzw. wie viele Blüten von wie vielen Pflanzen müssen angefliegen werden, um sie zu versorgen? Um das herauszufinden, verglichen Müller et al. (2006) den Polleninhalt jeweils einer Brutzelle von 41 Wildbienenarten mit der Quantität der Pollen in den Blüten der Nahrungspflanzen der Bienen. Je nach Bienen- und Pflanzenart werden Pollen von 7 bis über 1.000 Blüten für eine Brutzelle benötigt, was 2 bis 17 Pflanzen entspricht. Die Autoren fanden zudem heraus, dass nur etwa 40 % des Pollens einer Blüte für ein einzelnes Bienenweibchen tatsächlich verfügbar waren. Die genannten Zahlen müssen also mit dem Faktor 2,5 multipliziert werden, um eine realistische Schätzung für den Blüten- bzw. Pflanzenbedarf für eine einzige Brutzelle zu erhalten. Um ausreichend Pollen für die Brutzellen eines Bienenweibchens oder gar der Population einer Bienenart bereitzustellen, bedarf es eines entsprechend großen Pflanzenbestandes oder mehrerer kleiner Pflanzenbestände, die sich in einem oder auf benachbarte Gärten verteilen.

12. Wie wertvoll sind Boden und Kompost in Gärten?

In Gärten ist ein fruchtbarer Boden ein Wert an sich. Er entsteht vor allem im Zusammenhang mit organischer Düngung und Kompostwirtschaft. Übernimmt man einen Garten mit dunkler, fruchtbarer Erde, ist diese wahrscheinlich schon im Laufe von Generationen entstanden. Die weitere Gartenpraxis sollte darauf ausgerichtet sein, diese Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, zu mehren und an kommende Generationen weiterzugeben. Einen Überblick über Entstehung, Ökologie, Bedeutung und Zustand der Böden geben z. B. Marahrens et al. (2015), Nabel et al. (2021) und Luig et al. (2024).

Viele Insektenarten nutzen im Verlauf ihrer Entwicklung den Boden als Lebensraum. Dabei ist keine eindeutige Grenzziehung zwischen ober- und unterirdischem Leben möglich, da viele Arten in beiden Bereichen leben. Wenigstens 3.200 einheimische Insektenarten leben Zeit ihres Lebens oder während mindestens eines Entwicklungsstadiums im oder unmittelbar auf dem Boden. Zu ihnen gehören Springschwänze (Collembola), Doppelschwänze (Diplura), Beintastler (Protura), Felsenspringer (Archaeognata), Ohrwürmer (Dermaptera), Schaben (Blattodea), Heuschrecken (Orthoptera), Erdwanzen (Cydnidae), Ameisenjungfern (Myrmeleonidae), Käfer (Coleoptera) und Ameisen (Formicidae). Viele Schmetterlingsarten leben als Larve oder Puppe im Boden, etwa 70 % unserer Wildbienenarten nisten dort und auch die meisten Heuschrecken legen ihre Eier im Boden ab (Eisenbeis & Wichard 1985; Westrich 2018; Wirth et al. 2024). Hinzu kommen viele andere Wirbellose und Mikroorganismen sowie 49 Regenwurm-Arten, die für die Bodengesundheit eine wichtige Rolle spielen (Wirth et al. 2024). Die meisten dieser Arten sind auf eine natürliche Schichtung, also auf ausdifferenzierte Bodenhorizonte mit unterschiedlichen Eigenschaften angewiesen (Marahrens et al. 2015).

Die Mesofauna des Komposts umfasst Asseln (Isopoda), Tausendfüßer (Myriapoda), Milben (Acari), Springschwänze, Wenigborster (Oligochaeta), Bärtierchen (Tardigrada)

und Fadenwürmer (Nematoda). Diese Artengemeinschaft verändert sich jedoch schnell, wenn sich die Menge und die Zusammensetzung des Kompostmaterials verändern und die Zersetzung fortschreitet. Lediglich die Fadenwürmer kommen in nahezu allen Stadien des Kompostierungsprozesses vor (Steel & Bert 2012). Unter den Insekten finden die Larven (Engerlinge) des Nashornkäfers (*Oryctes nasicornis*), die sich über einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren entwickeln, in Komposthaufen mit einer Mindesthöhe von 80 cm einen Lebensraum, so wie auch die Larven verschiedener Rosenkäferarten (Cetoniinae) (Rößner 2012).

Am Boden profitieren viele Insektenarten von störungsarmen Bedingungen im direkten Umfeld von Bäumen, Hecken und Gebüsch. Tresch et al. (2019 a) fanden heraus, dass eine erhöhte Pflanzenartenvielfalt und eine geringere Bodenbearbeitungsintensität einen positiven Einfluss auf die Bodenfunktionen in Gärten haben. Zum Beispiel erhöhte das die Bakterienfülle. Eine reichhaltige Bodenfauna erhöht die Abbaurate von Laub (Tresch et al. 2019b). Die regelmäßige Entfernung von Falllaub vermindert nicht nur die Kompostierungsrate und den Kohlenstoffgehalt im Boden (Ferlauto et al. 2024), sondern reduziert die Häufigkeit von Bodenarthropoden im kommenden Frühjahr im Vergleich zu ungestörten Flächen um 17 % (Ferlauto & Burghardt 2025). Einzelne Artengruppen gingen besonders stark zurück: Tag- und Nachtfalter um 45 %, Käfer um 24 % und Spinnen um bis zu 67 %. Die Streuschicht hat viele Funktionen für Insekten, sie ist Nahrungsquelle, trägt zur Aufrechterhaltung eines stabilen und günstigen Mikroklimas an der Bodenoberfläche bei und bietet Schutz vor Fressfeinden (Sayer 2006). Das Belassen von Falllaub an einigen Stellen im Garten ist somit wichtig für viele Insektenarten und trägt zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei.

Um ein reichhaltiges Bodenleben zu ermöglichen, sollten vor allem Bodenverdichtung und Bodenversiegelung vermieden oder rückgängig gemacht werden. Nach der Nutzung schwerer Maschinen, z. B. bei Baumaßnahmen, empfiehlt es sich, dass am Ende ein Bagger beim Verlassen des Grundstücks die verdichteten Bodenstellen noch einmal tief durcharbeitet und danach durch eine gute Kompostwirtschaft und das Auftragen von Mulchmaterial z. B. aus gehäckseltem Heckenschnitt ein humus- und artenreicher Boden aufgebaut wird.

13. Wie hilfreich sind künstliche Nisthilfen für Wildbienen?

Zu den häufig empfohlenen Maßnahmen zur Förderung der Artenvielfalt in Gärten zählt die Etablierung von künstlichen Nisthilfen für Wildbienen (Gaston et al. 2005 a). Der hierfür oft verwendete Begriff „Bienenhotel“ ist unpassend, denn Wildbienen übernachten darin nicht für wenige Nächte, sondern legen Brutzellen an. In diesen entwickelt sich der Nachwuchs in der Regel über den Zeitraum eines Jahres. Die Adulten schlüpfen dann im darauffolgenden Jahr. Von den 745 im deutschsprachigen Raum einheimischen Wildbienenarten legen 50 % ihre Brutzellen unterirdisch an, das heißt, sie nisten endogäisch. 23 % der Wildbienenarten nisten oberirdisch, also hypergäisch, und 25 % sind Kuckucksbienen, legen also selbst keine Brutzellen an, sondern ihre Eier in die Nester



Abb. 4: Ein Weibchen der Gehörnte Mauerbiene (*Osmia cornuta*) an einer Künstlichen Insektennisthilfe. Dresden, März 2020.

Foto: Robert Kunter



Abb. 5: Rotpelzige Sandbiene (*Andrena fulva*) an Blüten der Roten Johannisbeere (*Ribes rubrum*). Pretzschendorf, April 2017.

Foto: Angela Kühne

anderer Bienenarten. Die Nistweise der übrigen Arten ist unbekannt (Zurbuchen & Müller 2012). Für den deutschsprachigen Raum weiß man von 50 Arten, dass sie in künstlich geschaffenen Strukturen nisten (Grobbaauer et al. 2024). Diese Zahlen verdeutlichen, dass nur ein kleiner Teil der Wildbienenfauna Deutschlands mit künstlichen Nisthilfen gefördert werden kann. Diese 50 Arten nutzen Strukturen wie Bambus, Schilfhalme, gebohrtes Hartholz, markhaltige Stängel, morsches Holz und Löss- bzw. Lehmwände. Grobbaauer et al. (2024) machten dazu eine Aufstellung: Die meisten Arten (31) nehmen Bambus und Schilfhalme an, gefolgt von Hartholz (29), wobei viele Arten auch beide Nistmöglichkeiten nutzen. Weitere 26 Arten nisten in Löss und Lehmwänden.

Oft bestehen kommerziell angebotene Nisthilfen nur aus kurzen Bambusröhrchen oder Holzstücken mit unterschiedlich großen Löchern. Es werden auch Ziegelsteine, Holzwohle, Rindenstücke, Kiefernzapfen und andere Materialien verbaut, die weitgehend oder vollständig unbrauchbar für Wildbienen sind. In einer Untersuchung in Berlin und Nordost-Brandenburg im Jahr 2014 wiesen von 40 untersuchten Nisthilfen nur drei eine gute Besiedelbarkeit auf und 13 eine eingeschränkte. 28 hingegen waren aufgrund von Konstruktionsfehlern oder der Aufstellung an ungeeigneten Orten nur stark eingeschränkt besiedelbar (Prell et al. 2015). Geeignete Orte für Nisthilfen sind trockene, sonnenexponierte Lagen, zum Beispiel vor Regen geschützte Stellen an der Südseite von Gebäuden. Empfehlenswerte Anleitungen für den Bau von Wildbienen-nisthilfen finden sich u. a. bei

Orlow (2011), Zurbuchen & Müller (2012), Prell et al. (2015) und David (2015, 2016). Damit können auch gezielt Arten gefördert werden, die für die Bestäubung von Obstgehölzen eine große Bedeutung haben, wie die Gehörnte Mauerbiene (*Osmia cornuta*) und die Rote Mauerbiene (*Osmia bicornis*) (Schindler & Peters 2011; Grobbauer et al. 2024). Die beiden Arten erscheinen besonders zeitig im Frühjahr und tragen dadurch zu einem höheren Bestäubungserfolg bei. Neben Wildbienen nisten auch Gold-, Grab-, Weg-, Erz-, Schlupf-, Falten-, Gicht- und Keulenwespen, aber auch Tau- und Langbeinfliegen, Wollschweber, Ameisen sowie Buntkäfer und Ölkäfer in geeignet gebauten Nisthilfen (Westrich 2018; Königslöw et al. 2019; Grobbauer et al. 2024). Nisthilfen können damit das Angebot an Brutstätten in Gärten erweitern, aber man sollte sich der Grenzen ihres Nutzens bewusst sein.

Für endogäische Wildbienenarten wird zuweilen die Anlage von Sandarien empfohlen (vergleiche Grobbauer et al. 2024). In Sachsen bedecken Sander, Sandlöß und Talsande 20 % der Landesfläche (Bräutigam & Kleinstäuber 1997), so dass die entsprechend spezialisierten Arten hierzulande nicht auch an anderen Orten unbedingt gefördert werden müssen. Entscheidend ist, dass es für endogäische Wildbienenarten offene und gut besonnte Bodenstellen gibt. Auch unter den endogäischen Wildbienen gibt es Arten, die in Gärten eine besondere Bedeutung haben, wie z. B. die Fuchsrote Lockensandbiene (*Andrena fulva*), die häufig an den Blüten von Johannisbeeren und Stachelbeeren (Grossulariaceae) beobachtet wird. Zurbuchen & Müller (2012) zeigen, dass endogäische Wildbienen häufiger in Böden mit niedrigerem Humusgehalt im Oberboden nisten. Sie vermuten, dass höhere Humusgehalte eine ungünstigere Struktur zum Graben aufweisen. Deshalb sollten Nistplätze für Wildbienen in Gärten am besten dort gefördert werden, wo der Humusgehalt des Bodens geringer ist und die Sonneneinstrahlung den Boden erreicht. An solchen Stellen sollte ganzjährig auf Mulchen und Umgraben verzichtet werden.

Wichtig ist, dass in erreichbarer Entfernung zu den Nisthabitaten auch ausreichend Nahrungspflanzen wachsen, denn für die Verproviantierung einer einzigen Brutzelle führt ein Weibchen etwa 50 Sammelflüge durch. Wenngleich größere Bienenarten wie Hummeln maximale Flugdistanzen von über 1.000 m überwinden, liegen durchschnittliche Flugdistanzen der Wildbienen zwischen 60 und 120 m. Nistplätze und Nahrungshabitate sollten daher nicht weiter als 150 m voneinander entfernt sein (Zurbuchen & Müller 2012; Hofmann et al. 2020).

14. Ärger mit „Schädlingen“?

Wo es Pflanzen gibt, da gibt es auch Insekten, die sich von ihnen ernähren. Und je mehr Pflanzen einer Art wir Menschen an einem Ort kultivieren, desto mehr fördern wir die Insektenarten, die sich von dieser Pflanzenart ernähren. Handelt es sich dabei um Blattläuse, die Pflanzensäfte saugen, oder um Larven, die an den Pflanzen fressen, sprechen wir oft von „Schädlingen“. Betrachten wir hingegen blütenbestäubende Insekten, die Nektar saugen und Pollen fressen, sprechen wir oft von „Nützlingen“. Es gibt viele Insektenarten, die in eine dieser Kategorien passen, aber manche Arten können



Abb. 6: Haus-Feldwespe (*Polistes dominula*) in Wülknitz, Ortsteil Heidehäuser, 05.04.2025.

Foto: Jörg Teumer

beiden Kategorien gleichermaßen zugeordnet werden. Betrachten wir dazu im Folgenden beispielhaft den Großen Kohlweißling (*Pieris brassicae*) und den Kleinen Kohlweißling (*Pieris rapae*). Die Falter dieser beiden Arten saugen Nektar an Blüten und die Larven fressen an den Blättern verschiedener Kohlsorten. Aus der Lebensweise der Falter folgt, dass in der Umgebung eines Blühstreifens, der für Nützlinge angelegt wird, die Anzahl der von Kohlweißlingen abgelegten Eier an Kohlpflanzen höher ausfällt (Wäckers et al. 2007). Aus der Lebensweise der Larven folgt, dass erst, wenn ausreichend viele von ihnen an einer Kohlpflanze fressen, der Ertrag tatsächlich geschmälert wird. Wird der Große Kohlweißling generell als „Schädling“ bezeichnet, gilt es, diesen zu ‚bekämpfen‘. Wird aber erkannt, dass nicht jede auch noch so geringe Anzahl von Larven notwendigerweise die Ernte schmälert und eine solche Art als „potenzieller Schaderreger“ bezeichnet, kann der Fokus auf der Frage liegen, unter welchen Umständen eine Ertragsminderung durch diese Larven eintritt und wie dem vorgebeugt werden kann. Die Wortwahl ist hier entscheidend, denn sie beeinflusst unser Denken und Handeln.

Die Individualentwicklung der Kohlweißlinge verläuft vom Eistadium über mehrere Larvenstadien und ein Puppenstadium zum Falter. Mit jedem Larvenstadium werden die Tiere größer und fressen mehr. Viele Gartenbesitzer registrieren die Larven oft erst im letzten Stadium, weil dann die Fraßschäden an den Kohlpflanzen sichtbarer werden. In einem Garten mit nur wenigen Dutzend Kohlrabipflanzen ist es das einfachste, die Larven abzusammeln. Aber wie kommt es überhaupt dazu, dass so viele Larven auf dem Kohlrabi

zu finden sind? Das ist zum einen möglich, weil die Larven genügend Nahrung vorfinden und zum anderen, weil keine geeigneten oder nicht genügend „natürliche Gegenspieler“ vorhanden sind, welche die Vermehrung und Entwicklung der Larven unter das beobachtete Maß hätten reduzieren können. Solche „natürliche Gegenspieler“ können Viren, Bakterien, Pilze, Nematoden und Singvögel sowie unter den Insekten verschiedene Räuber und Parasitoide sein.

Räuber sind zum Beispiel Feldwespen (*Polistes* spp.), die andere Insekten erbeuten und mithilfe ihrer Mandibeln fressen. So können sie die Anzahl von Kohlweißlingslarven reduzieren, woraus messbare Mehrerträge in Kohlkulturen resultieren (Gould & Jeanne 1984; Rayor et al. 2007; Jandt et al. 2024). Ein anderes Beispiel für räuberische Gegenspieler sind die Larven einiger Flor- und Schwebfliegenarten sowie die Larven und Adulten einiger Marienkäferarten, die sich von Blattläusen ernähren.

Parasitoide sind Insekten, deren Larven sich in (Endoparasitoide) oder an (Ektoparasitoide) anderen Insekten (Wirte) entwickeln. In der Folge eines Befalls mit Parasitoiden stirbt der Wirt (im Gegensatz zu einem Befall mit Parasiten), so dass Parasitoide die Wirtspopulation reduzieren. Parasitoide können je nach Art Eier, Larven, Puppen oder Adulte von Insekten befallen.

Die Erzwespe *Trichogramma evanescens* ist zum Beispiel so klein, dass sich ihre komplette Individualentwicklung vom Ei bis zum erwachsenen Insekt in einem Schmetterlingsei vollziehen kann. Für unser Beispiel bedeutet das: Hier schlüpft gar nicht erst die Larve des Kohlweißlings. Damit wird nicht nur die Populationsentwicklung der Kohlweißlinge gehemmt, sondern es ist auch ein höherer Ertrag in derselben Vegetationsperiode möglich (Noldus & Lenthren 1985; Dijken et al. 1986; Pak et al. 1990).

Anders verhält es sich bei der Brackwespe *Cotesia glomerata*. In einer aktiven Larve des Großen Kohlweißlings entwickeln sich mehrere Brackwespenlarven (Gregärparasitoid), die diese aber erst gegen Ende ihrer Entwicklung verlassen und sich außerhalb des Wirtes verpuppen. Deshalb schützt diese Form der Parasitierung kurzfristig nicht vor Ertragseinbußen, wirkt sich aber mittelfristig negativ auf die Populationsentwicklung des Wirtes aus (Karowe & Schoonhoven 1992; Coleman et al. 1999). Ähnlich verhält es sich mit der Schlupfwespe *Hyposoter ebeninus*. Sie entwickelt sich in den ersten drei Larvenstadien des Großen Kohlweißlings, aber stets nur mit einer Larve pro Wirt (Solitärparasitoid) (Harvey et al. 2010). Und bei der Schlupfwespe *Pimpla turionellae*, einem solitären Endoparasitoid in den Puppen verschiedener Schmetterlingsarten, findet die Parasitierung erst im Puppenstadium statt, wenn die Fraßaktivität der Larven bereits abgeschlossen ist (Arthur & Wylie 1959).

Tatsächlich stellen sich solche Verhältnisse in Gärten viel komplexer dar. Einerseits gibt es verschiedene Arten potenzieller Schaderreger mit jeweils einem ganzen Spektrum natürlicher Gegenspieler und andererseits haben auch Räuber und Parasitoide natürliche Gegenspieler, u.a. werden Parasitoide von Hyperparasitoiden befallen. Auch reagieren verschiedene natürliche Gegenspieler unterschiedlich auf den Grad der Urbanisierung, was Rocha et al. (2018) anhand von Untersuchungen in 67 Hausgärten in Südengland



Abb. 7: Nachdem sich die Larven der Kohlweißlings-Brackwespe (*Cotesia glomerata*) in der lebenden Larve des Großen Kohlweißlings entwickelten, verlassen sie diese und verpuppen sich in gelben Kokons außerhalb der gestorbenen Wirtslarve. Foto: Tilmann Adler

feststellen, wo sie 45 Blattlausarten (179.917 Individuen), 15 Schwebfliegenarten (494 Individuen) und 8 Marienkäferarten (173 Individuen) beobachteten. Artenreichtum und -häufigkeit von Blattläusen korrelierten positiv mit der Häufigkeit genutzter Wirtspflanzen und der Artenvielfalt von Gartenpflanzen. Die Häufigkeit von Schwebfliegen korrelierte positiv mit der Artenvielfalt von Gartenpflanzen. Die Häufigkeit von Marienkäfern korrelierte positiv mit der Häufigkeit von Blattläusen und der Artenvielfalt von Gartenpflanzen, aber negativ mit dem Anteil versiegelter Oberflächen in der Umgebung. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Zunahme der städtischen Landbedeckung für Marienkäfer als Gruppe insgesamt ungünstig ist und dass feinmaschige Habitatvariablen, die von Gartenbesitzern bestimmt werden, die Diversität von Blattläusen und ihren primären Räubern stark beeinflussen können.

Nun stellt sich die Frage, wie man natürliche Gegenspieler in Gärten fördern kann. Adulte Brack-, Erz- und Schlupfwespen benötigen Nektar und Pollen als Nahrung. Durch den kohlenhydratreichen Nektar wird die Lebenserwartung und die Parasitierungsrate positiv beeinflusst (Heimpel 2019) und durch den eiweißreichen Pollen die Langlebigkeit und/oder Fruchtbarkeit der weiblichen Schlupfwespen erhöht (Leius 1963). Beim Blütenbesuch bevorzugen verschiedene Arten der Brack- und Schlupfwespen unterschiedliche Pflanzenarten, nutzen jedoch einige Arten gemeinsam (Wäckers 2004). Auch adulte Feldwespen, Florfliegen und Schwebfliegen sowie zeitweise Marienkäfer benötigen Pollen als Nahrung. Blütenreiche Pflanzenbestände während der Vegetationsperiode sind somit eine wichtige Voraussetzung, um natürliche Gegenspieler zu fördern. Unkultivierte Flächen oder Blühstreifen haben deshalb einen messbaren Effekt auf die Reduktion potenzieller

Schaderreger (van Emden 1965; Wäckers et al. 2005; Albrecht et al. 2020) und zwar auch dann, wenn letztere selbst von einem solchen Blütenangebot profitieren (Rijn et al. 2002; van Rijn & Sabelis 2005; Wäckers et al. 2005, 2007).

Neben der Nahrungsverfügbarkeit für adulte Parasitoide muss diese auch für deren Larven gewährleistet sein, wenn sich auf den Kulturpflanzen keine oder nur wenige Wirte befinden. Für die Förderung natürlicher Gegenspieler von Blattläusen kann dies zum Beispiel durch einen Saum von Brennnesseln erreicht werden. Auf Brennnesseln entwickeln sich Blattlausarten, die nicht auf Kulturpflanzen leben. Sie bilden die Nahrungsgrundlage für ihre natürlichen Gegenspieler wie Blumenwanzen (Anthocoridae), Weichwanzen (Miridae), Florfliegen (Chrysopidae) und Marienkäfer (Coccinellidae). Diese natürlichen Gegenspieler können von den Brennnesseln auf die Kulturpflanzen wechseln, wenn sich an diesen andere Blattlausarten etablieren (Davis 1973; Alhmedi et al. 2007).

Darüber hinaus benötigen natürliche Gegenspieler Unterschlupfmöglichkeiten während des Winters, wie beispielsweise Falllaub, Steinhäufen und Totholz mit loser Rinde. So erklärt das Vorhandensein von Lebensraumstrukturen die Anwesenheit und die Häufigkeit von Marienkäfern besser als das Vorhandensein und die Häufigkeit von Blattläusen (Iuliano

et al. 2024). Natürlichen Gegenspielern im Umfeld landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen Lebensmöglichkeiten zu schaffen, um der Entwicklung wirtschaftlich relevanter Populationen von potenziellen Schaderregern vorzubeugen, ist Gegenstand internationaler Forschung (Barbosa 1998; Gurr et al. 2003; Wäckers 2004; Wäckers et al. 2007; Chabert & Sarthou 2017; Cloyd 2020; van Emden 2022; Dolezal 2025) und bedarf auch hierzulande mehr Beachtung in Forschung und Praxis. Sollte die Umsetzung solcher Maßnahmen in Gärten nicht ausreichen, die Entwicklung von Schaderregerpopulationen zu unterbinden oder zu reduzieren, kann das manuelle Absammeln in Erwägung gezogen werden. Eine weitere Möglichkeit ist das Ausbringen von kommerziell erworbenen Gegenspielern (Lemanski & Herz 2025). Letzteres erfordert die genaue Kenntnis der Lebensweise des potenziellen Schaderregers und des Gegenspielers sowie die Beachtung der Hinweise der Hersteller, um erfolgreich zu sein. Der Einsatz von



Abb. 8: Ein Weibchen der Schlupfwespe *Trichomma fulvidens* legt mit ihrem Ovipositor ein Ei in die Larve der Gelben Bandeule (*Noctua fimbriata*). Die Schlupfwespenlarve wird sich auf Kosten ihres Wirtes entwickeln, der in der Folge der Parasitierung sterben und keinen Falter hervorbringen wird. Großharthau, 05.04.2024.

Foto: Jörg Teumer

Pflanzenschutzmitteln sollte stets das letzte Mittel sein, denn sie töten zahlreiche Arten. In Gärten, in denen solche Mittel zum Einsatz kommen, ist die Vielfalt der Tagfalter um 7 % (Tassin de Montaigu & Goulson 2023 a) und die Populationen des Haussperlings (*Passer domesticus*) um 12,1 % bis 38,6 % reduziert (Tassin de Montaigu & Goulson (2023 b)). Das liegt daran, dass die meisten Insektizide bei allen Insekten tödlich wirken und diese fehlen dann als Nahrung für Singvögel. Zudem haben Pflanzenschutzmittel, auch Herbizide und Fungizide, subletale Nebenwirkungen auf andere Organismen und ziehen Veränderungen in den Artengemeinschaften nach sich, da ein Teil dieser vernichtet oder beeinträchtigt wird (Nuß 2017, 2018, 2020). Insektizide erfassen auch die natürlichen Gegenspieler in Gärten. In der Folge haben es die potenziellen Schaderreger unserer Kulturpflanzen leicht, sich zu vermehren, denn Nahrung ist für sie im Garten genug vorhanden. Die Populationen der natürlichen Gegenspieler können sich hingegen erst zeitverzögert entwickeln, nachdem die Populationen der potenziellen Schaderreger bereits wieder etabliert sind. Wer also einmal Insektizide einsetzt, kann sich schon sehr bald in der Situation wiederfinden, sie wieder einsetzen zu müssen, denn die Etablierung von Nahrungsnetzen mit einer Vielzahl an Räubern und Parasitoiden benötigt Zeit.

15. Welchen Nutzen haben Gartenteiche für Insekten?

Viele Insekten verbringen einen Teil ihres Lebenszyklus am, im oder auf dem Wasser. Dazu besitzen sie in einem Entwicklungsstadium oder mehreren Entwicklungsstadien die Fähigkeit, Sauerstoff über Tracheenkiemen oder ein hydrophiles Integument direkt aus dem Wasser aufzunehmen. Andere Insektenarten umgehen dies, indem sie an ihrer Körperoberfläche eine Luftschrift (Plastron) halten, aus der sie atmen und die Luft regelmäßig an der Wasseroberfläche austauschen oder sie leben in Pflanzenteilen unterhalb der Wasseroberfläche und nehmen den Sauerstoff aus den Pflanzen auf. Im Laufe der Evolution haben verschiedene Verwandtschaftsgruppen der Insekten den Lebensraum Wasser erobert. Unter den einheimischen Insekten gehören dazu u. a. Libellen (79 Arten in Deutschland), Eintagsfliegen (121 Arten), Steinfliegen (125 Arten), Schlammfliegen (3 Arten), Köcherfliegen (315 Arten), Wasserwanzen (69 Arten), Wasserzünsler (5 Arten) und verschiedene Verwandtschaftsgruppen der Käfer (344 Arten) (Kleinstaub & Röhricht 2005; Strauss & Niedringhaus 2014; Feld et al. 2024). Bei den Zweiflüglern gibt es ebenfalls verschiedene Verwandtschaftsgruppen, die jeweils einen unterschiedlich großen Anteil aquatischer Arten enthalten. Dieser Anteil ist nicht ohne größeren Aufwand zu ermitteln, sodass hier nur eine konservative Schätzung von mindestens 2.000 Arten vorgenommen wird (Wichard et al. 1995; Schumann et al. 1999). Insgesamt leben also mehr als 3.000 Insektenarten in Deutschland in mindestens einem Entwicklungsstadium aquatisch. Viele weitere Insektenarten sind indirekt ans Wasser gebunden, weil sie beispielsweise wie der Seerosen-Blattkäfer (*Galerucella nymphaeae*) auf den Blättern von See- und Teichrosen leben. Auch weitere Pflanzen mit einer engen Bindung an Gewässer, wie z. B. Schilfrohr (*Phragmites australis*), Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) und Binsen bieten Nahrungsgrundlage und Lebensraum für zahlreiche Insektenarten. Wenngleich diese

Insektenarten unterschiedliche Gewässertypen, Wasserqualitäten oder Nahrungspflanzen benötigen, kann für einige von ihnen mit der Anlage eines naturnahen Gartenteichs ein Lebensraum geschaffen werden.

Schauen wir uns dazu die Ergebnisse von Untersuchungen aus verschiedenen Ländern an. In Ungarn führten Márton et al. (2025) ein Citizen-Science-Projekt zu Gartenteichen durch. Sie erhielten Beobachtungsdaten zu Libellen, Amphibien und Singvögeln sowie Informationen zu Eigenschaften und zur Bewirtschaftung der Teiche von über 800 Gartenbesitzern. Die Artenvielfalt korrelierte positiv mit der Größe der Wasserfläche, dem Alter des Teiches sowie dem Vorhandensein von Wasser- und Uferpflanzen. Der Einsatz von Algiziden hatte dagegen einen großen negativen Effekt auf die Artenzahl. Eine erhöhte Bebauungsdichte wirkte sich negativ auf Amphibien, aber nicht auf Libellen und Singvögel aus. Das Engagement von Gartenteichbesitzern kann also einen positiven Effekt für Tiere im Siedlungsraum haben.

In Deutschland fand Schlüpmann (2001) an Gartenteichen in der Stadt Hagen 11 Libellenarten, wobei die meisten Zierteiche nur ein bis drei Arten aufwiesen. Als Ursachen für diese geringen Artenzahlen benennt er die zu geringe Größe von einem bis wenig mehr als zehn Quadratmetern Wasserfläche, eine fehlende Uferbepflanzung mit einheimischen Stauden- und Röhrichtarten sowie den Besatz mit Fischen. Obwohl die Artenzahlen der Libellen an einzelnen Gartenteichen im Allgemeinen gering sind, bieten sie im Siedlungsraum zusammen mit Parkweiern und Regenrückhaltebecken einen wichtigen Lebensraumverbund für zahlreiche Libellen (Willigalla & Fartmann 2009, 2012).

Aus Großbritannien liegen umfangreiche Untersuchungen zu den mit bloßem Auge sichtbaren wirbellosen Kleinlebewesen vor, zu denen neben den Insekten u.a. auch Krebse, Egel und Schnecken gehören (aquatische Makroinvertebraten). Gledhill et al. (2008) fanden heraus, dass mit zunehmender Dichte von Gartenteichen im Siedlungsraum die Anzahl von Makroinvertebraten in den einzelnen Teichen zunimmt. Thornhill et al. (2017) untersuchten 30 Teiche entlang eines städtischen Landnutzungsgradienten. Zu den artenreichsten Insektengruppen in dieser Untersuchung zählen Käfer (47 Arten), Wanzen (31), Köcherfliegen (24) und Libellen (15). Die reichhaltigsten Makroinvertebraten-Gemeinschaften wurden in Teichen mit komplexen Wasserpflanzenbeständen, schwimmender Vegetation, Ufervegetation, geringen Nährstoffkonzentrationen, fehlender Beschattung sowie in der Umgebung wenigen versiegelten Flächen, vorhandenen Gehölzen und Anbindung an andere Feuchtgebiete gefunden. Umgekehrt traten die ärmsten Artengemeinschaften in stark urbanisierten Teichen mit Betonwandungen, starker Beschattung und nährstoffreichem Wasser auf. Eine moderate Beschattung von 20–30 % eines Teichrandes kann aber die Artenvielfalt fördern (Gee et al. 1997). Fischbesatz hat auf verschiedene Tiergruppen einen unterschiedlichen Einfluss. Er wirkt sich auf Köcherfliegen positiv und auf Großlibellen (Gee et al. 1997) und Amphibien negativ aus (KARCH 2025). Hill et al. (2014, 2017, 2018, 2021, 2024) untersuchten die aquatischen Makroinvertebraten von mehr als 1.000 Teichen. In urbanen und nicht-urbanen Teichen fanden sie eine ähnliche Anzahl von Familien und Arten, allerdings unterschied sich deren

Artenzusammensetzung. Die urbanen Teiche unterscheiden sich auch untereinander stärker in der Artenzusammensetzung als nicht-urbane Teiche. In einem Radius von 0–50 km war die Ähnlichkeit für beide Teichgruppen jeweils größer als in einem Radius von 100–150 km. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Besiedlung eines Teiches jeweils aus der umgebenden Teichlandschaft erfolgt. Statistisch waren nur zwei Familien mit nicht-urbanen Teichen assoziiert, die Nemouridae (Steinfliegen, Plecoptera) und die Heptageniidae (Eintagsfliegen, Ephemeroptera), während Zuckmücken (Chironomidae) und Gnitzen (Ceratopogonidae) als Indikatoren für urbane Teiche gefunden wurden.

Oertli & Parris (2019) geben anhand der Auswertung von 516 Publikationen Empfehlungen zur Förderung der Biodiversität von urbanen Teichen. Teiche im Siedlungsraum haben bei guter Bewirtschaftung das Potenzial, eine viel größere Artenvielfalt zu beherbergen. Zu den wichtigsten Maßnahmen gehören unter anderem eine große Wasseroberfläche, eine sanfte Neigung des Teichbodens zum Ufer, der Verzicht auf Betonwandungen und betonierte Uferkanten, das Zulassen natürlich schwankender Wasserstände (ohne sie künstlich herbeizuführen), eine Vielfalt von Wasserpflanzen (unter Wasser wachsende Arten, Schwimmblattvegetation, aus dem Wasser herauswachsende Arten) und Sumpfpflanzen. Auf die Ansiedlung oder das Aussetzen gebietsfremder Pflanzen- und Tierarten sollte verzichtet werden. In der Umgebung des Teiches sollten sich Gehölz- und Wiesenhabitate befinden, die der terrestrischen Lebensphase der Tiere zugutekommen und deren Ausbreitung ermöglichen. Details stellen Oertli & Parris (2019) sowie KARCH (2025) dar.

16. Stechmücken im Garten?

Leider befinden sich in Haus- und Kleingärten immer wieder Brutstätten für Stechmücken (Culicidae). Dazu gehören Regentonnen, ausgebeulte Dachrinnen und andere Gefäße, in denen Wasser längere Zeit offen steht. Hier gilt es, mit Wasser gefüllte Regentonnen und andere Gefäße mit einem Deckel oder Gaze abzudecken sowie Dachrinnen und andere Wasserabläufe so zu sanieren, dass sich kein Wasser sammeln kann. Wenn diese Maßnahmen für potenzielle Brutbehälter nicht umsetzbar sind, sollte man sie anderweitig vor Regen schützen, z. B. verkehrt herum lagern, mit Abläufen versehen oder mit Sand bzw. Kies befüllen. Für die in jüngster Zeit auch in Sachsen auftretende Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) sind schon kleine Behälter wie Blumentopfuntersetzer und Vogeltränken geeignete Brutstätten. In diesen Wassersansammlungen kann sich im Sommer bei optimalen Bedingungen innerhalb von nur sieben Tagen eine Generation entwickeln. In Nutzung befindliche Topfuntersetzer und Vogeltränken sollten alle sechs Tage mit einer Bürste gesäubert werden, um darin eventuell befindliche Eier, Larven und Puppen von Stechmücken zu zerstören und zu entfernen. Das Entleeren der Gefäße und das Ausspülen mit Wasser sollte über einem Komposthaufen oder Rasen erfolgen, sodass eventuell unverletzte Individuen nicht ins Wasser oder in die Kanalisation gelangen, wo sie sich weiterentwickeln könnten. Gartenteiche sollten unbedingt räuberische Tiere wie z. B. Libellen, Wasserwanzen, Frösche und Molche enthalten, die sich von Stechmückenlarven ernähren. Sind die Teiche so angelegt wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben,

siedeln sich die räuberischen Tiere in der Regel von allein an. Künstliche Gefäße wie Zinkwannen, Mörtelkübel und ähnliches sind für die Anlage eines Gartenteiches hingegen ungeeignet, da sich hier in der Regel kaum Räuberpopulationen, dafür aber sehr schnell Stechmückenpopulationen etablieren.

17. Welchen Einfluss hat die Umgebung auf die Artenvielfalt in Gärten?

Die Umgebung eines Gartens wirkt sich entscheidend auf dessen Artenreichtum und Artenzusammensetzung aus. Bräschler et al. (2020) untersuchten ausschließlich flugunfähige, am Boden lebende Wirbellose (Schnecken (Gastropoda), Landasseln (Oniscidea), Spinnentiere (Arachnida), Doppelfüßer (Diplopoda), Ameisen, Laufkäfer und Kurzflügler (Staphylinidae)) in 35 Hausgärten von Basel entlang eines Land-Stadt-Gradienten. Für die genannten Tiergruppen fanden die Autoren 13,9 % der in der Schweiz vorkommenden Arten. Die hohe Artenvielfalt ist das Ergebnis komplementärer Artenausstattungen der einzelnen Gärten, das heißt, nicht alle Arten kommen in jedem Garten vor. Mit zunehmender Nähe zum Stadtzentrum nahm die Artenvielfalt in den meisten untersuchten Tiergruppen mit Ausnahme der Kurzflügler ab. Diese Ergebnisse fielen noch deutlicher aus, wenn man die Bodenversiegelung im Umkreis von 200 m zu den Gärten berücksichtigt. Eine Abnahme der Artenvielfalt mit zunehmender Nähe zum Stadtzentrum wurde auch für Tagfalter in Frankreich (Fontaine et al. 2016; Ternisien et al. 2023) und Libellen in Europa (Willigalla & Fartmann 2012) gefunden. Bei Kleinlibellen wurden ab einer Bebauungsdichte von 40 % nur noch geringe Individuendichten festgestellt (Willigalla & Fartmann 2009). Auch für Bestäuber sind Städte nicht per se schlecht, doch beträgt der Anteil versiegelter und bebauter Flächen über 50 %, sinkt die Artenvielfalt und damit auch die Bestäubungsrate von Kultur- und Wildpflanzen (Wenzel et al. 2020).

Sadler et al. (2006) zeigten, dass sich die Urbanisierung nachteilig auf Populationen der Laufkäfer auswirkt und zu einer Verringerung der Artenvielfalt von den ländlichen Randgebieten bis ins Stadtzentrum führt. Veränderungen in der Populationsstruktur waren auf die zunehmende Fragmentierung von Waldgebieten durch Urbanisierung zurückzuführen, die zu Abweichungen in der Waldgröße, der Waldlage und zu Standortstörungen durch Zertrampeln führten. Dabei reagieren große, flugunfähige und spezialisierte Waldarten sensibler auf einen höheren Urbanisierungsgrad, vermutlich aufgrund ihrer längeren Lebensdauer, niedrigen Reproduktionsraten, spezialisierten Nischen und eines eingeschränkten Ausbreitungspotenzials.

Wenn die Flächenversiegelung ein Gradmesser für eine abnehmende Artenvielfalt ist, sollte umgekehrt die Ausstattung mit Lebensräumen in der Umgebung ein Gradmesser für erhöhte Artenvielfalt sein (Raupp et al. 2010). Ellis & Wilkinson (2021) verwendeten in zwölf Hausgärten der Region Dún Laoghaire-Rathdown in Irland Lichtfallen, um Nachfaltergemeinschaften sowohl innerhalb der Gärten als auch in einem Umkreis von 30 m zu untersuchen. Nachfalter sind sehr mobil und werden mit Hilfe künstlicher Lichtquellen auch aus der Umgebung angelockt. Die Ergebnisse zeigen, dass Nachfaltergemeinschaften insbesondere durch hohe Abundanzen verschiedener

Sträucher und einen geringeren Anteil künstlicher Oberflächen in der Umgebung positiv beeinflusst werden. Eine umfangreiche Untersuchung in den Gärten von Schloss Trauttmansdorff in Südtirol zeigt, dass die Nachtfaltergemeinschaften in den intensiv bewirtschafteten Gartenbereichen um eine Zehnerpotenz artenärmer ausfallen als in den umliegenden halbnatürlichen Lebensräumen wie Trockenrasen und Wäldern (Huemer 2024). Eine erhöhte Artenvielfalt wurde auch für Zikaden in Gärten mit angrenzenden Parks oder Wäldern gefunden (Rösch et al. 2023). Die Naturausstattung in der Umgebung der Gärten ist also ein wichtiger Faktor für die Artenvielfalt in den Gärten selbst. Gärten und deren umgebende Lebensräume, terrestrische wie aquatische, sollten deshalb in der Landschafts- und Stadtplanung als Netzwerk betrachtet werden (Cabral et al. 2017; Hyseni et al. 2021).

18. Wie viel Störung darf es sein?

Unsere Umwelt wäre auch ohne unseren menschlichen Einfluss kein statisches System. Naturgewalten und die Interaktion von Arten untereinander führen zu ständigen Veränderungen und beeinflussen in Abhängigkeit von der Art, Stärke und Häufigkeit der Störung die Artenvielfalt, wobei die Toleranz der Arten einer Artengemeinschaft gegenüber einer Störung, ihre Zusammensetzung nach der Störung beeinflusst. Nach der *Hypothese der mittleren Störungen* (intermediate-disturbance hypothesis) ist die Artenvielfalt bei keinen bzw. geringen sowie starken Störungen am geringsten, weil unter solchen Bedingungen entweder Pionier- oder Klimaxarten dominieren. Mittlere Störungen ermöglichen die Koexistenz von Arten aus beiden Gruppen und fördern so eine höhere Artenvielfalt (Connell 1978; Huston 1994; Wohlgemuth et al. 2019). Nun ist ein Nutzgarten ein System, das durch Anbau, Pflege und Ernte von Kulturen regelmäßig stark gestört wird und in diesen Bereichen eine geringe Artenvielfalt aufweist. Umgekehrt dominieren in einem völlig ungenutzten Garten schnell Pflanzenarten wie Brombeere (*Rubus* sp.) und Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*), so dass sich auch hier eine geringe Artenvielfalt etabliert. Trigos-Peral & Reyes-López (2025) zeigen anhand von Untersuchungen in Spanien, dass die Ameisengemeinschaft in älteren Gärten eine größere Ähnlichkeit mit den umliegenden Naturgebieten aufweist als in jungen Gärten. Exotische Arten waren im jungen Garten häufiger und die Population einheimischer Arten wie der Schwarzgrauen Wegameise (*Lasius niger*) nahm im Laufe der Jahre zu. Störungen fördern die Ansiedlung exotischer Ameisenarten, unabhängig vom Alter des Gartens. Für einen artenreichen Garten sollten also einerseits die Eingriffe nur so groß sein, dass erwünschte einheimische Wildpflanzen Bestände bilden und zur Samenreife gelangen sowie Insekten ihren Lebenszyklus vollständig durchlaufen können, und andererseits dominante Pflanzenarten nicht überhand nehmen können. Welche Maßnahmen dafür in Gärten umgesetzt werden können, haben wir in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt. Dazu gehören u. a. die Erhöhung der Blüten- und Gehölzvielfalt insbesondere mit einheimischen Arten, das Vorhandensein einer Vegetationsdecke, der Erhalt alter Gehölze, das Belassen von Totholz, eine weniger häufige Mahd und das Belassen ungemähter Bereiche

von Rasenflächen, das Belassen von ungestörten und nicht abgedeckten Bodenbereichen, das Belassen von Falllaub unter Hecken und die Anlage natürlicher Gartenteiche. Insgesamt gehen wir davon aus, dass die Bewirtschaftungsintensität und damit die Stärke der Störung zunimmt, je mehr gegen die vorhandenen Standortgegebenheiten wie Bodenart, Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen und Sonneneinstrahlung gearbeitet wird. Wir empfehlen deshalb, möglichst mit den vorhandenen Gegebenheiten am Standort zu arbeiten, um den Bewirtschaftungsaufwand zu reduzieren und so einen artenreicheren Garten zu ermöglichen.

19. Natur vor der eigenen Haustür – Mach mit!

Wir Menschen können die Artenvielfalt am einfachsten im eigenen Lebensumfeld fördern, ob zu Hause, in der Ausbildung oder im Beruf. An diesen Orten wird es in der Regel auch niemand anderes für uns tun. Dazu kann man eine Wiese insektengerecht mähen, einheimische Bäume, Hecken und Streuobstwiesen erhalten oder neu pflanzen, Gebäude begrünen, Maßnahmen für Insekten in Gärten umsetzen oder einen Teich anlegen. Was bei der Umsetzung solcher Maßnahmen zu beachten ist, um einen möglichst großen positiven Effekt für Insekten zu erreichen, erfährt man im Mitmachprojekt „iNUVERSUM – Raum und Zeit für Insekten“ (www.inuversum.de). Wer praktische Maßnahmen zur Förderung von Insekten umsetzt, kann die Insektenlebensräume auf der Projekthomepage registrieren und in einem Blog Erfahrungen und Beobachtungen teilen. Das Projekt bietet kostenfreie Schilder an, um einen Lebensraum zu kennzeichnen. Ein QR-Code auf dem Schild führt zur Projekthomepage und eine individuelle Nummer zum Blog. So erhalten andere Menschen vor Ort Informationen zu diesen Lebensräumen.

Wo man praktische Maßnahmen zur Förderung von Insekten umsetzt, lohnt es sich zu beobachten, welche Pflanzen und Insekten sich dort entwickeln. Für die Dokumentation und Bestimmung der Arten können frei verfügbare mobile Apps genutzt werden, welche die Artbestimmung mit einem KI-Modell unterstützen. Für die Pflanzen empfiehlt sich dafür die App „Flora Incognita“ und für Insekten die App „Insekten Sachsen“. Mit letzterer App können die Insektendaten mit dem Portal „Insekten Sachsen“ (www.insekten-sachsen.de) synchronisiert werden, wenn eine Internetverbindung verfügbar ist. Im Portal werden die Daten von Expertinnen und Experten geprüft und freigegeben. Sie erscheinen dann automatisch neben dem Blog für die registrierte



Abb. 9: Lebensraumschild des iNUVERSUM-Projektes. Ein QR-Code führt zur Projekthomepage und eine individuelle Nummer zum Blog, der zu diesem Lebensraum geschrieben werden kann.



Abb. 10: Insekten können in der Natur mit dem Smartphone erfasst und die Beobachtungen anschließend mit anderen geteilt werden. Foto: Tilmann Adler

Projektfläche auf der iNUVERSUMM-Homepage sowie in den Insekten-Sachsen-Karten. In den Artsteckbriefen auf Insekten Sachsen kann man mehr über die Arten und ihre Lebenszyklen erfahren. So kann man besser verstehen, welche Wirkungen mit den eigenen Maßnahmen erreicht wurden, und diese gegebenenfalls anpassen. Die Entdeckung von Arten kann große Freude bereiten, eine Belohnung für die Mühen bei der Förderung von Insekten sein und zum Weitermachen motivieren.

In beiden Mitmachprojekten gibt es jährlich mehrere öffentliche Veranstaltungen, an denen Interessierte teilnehmen können. Im Erfahrungsaustausch kann man sich inspirieren lassen und neue Ideen für praktische Maßnahmen und die weitere Beschäftigung mit Insekten gewinnen.

Danksagung

Wir danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Fachgesprächs zur Förderung von Insekten in Gärten, das am 27. Januar 2023 in Dresden im Rahmen des sächsischen Mitmachprojektes „iNUVERSUMM – Raum und Zeit für Insekten“ stattfand. Dieses Gespräch gab den Anstoß, die zahlreichen Anregungen weiterzuverfolgen und kritisch zu hinterfragen, woraus eine längerfristige Beschäftigung mit dem Thema entstand. Für Hinweise zu Amphibien und Gartenteichen danken wir ganz herzlich unserer Kollegin Melita Vamberger und unseren Kollegen Raffael Ernst und Markus Auer. Michael Schwanitz danken wir für viele interessante Diskussionen rund um das Thema Gärten. Frau Dr. Flohrs von der Landesuntersuchungsanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen

danken wir für den fachlichen Austausch über die Asiatische Tigermücke und die kritische Durchsicht unseres Textabschnittes zu den Stechmücken. Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danken wir Diana Lehmann (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft) und einer anonymen Gutachterin sowie Helene Otto für die finale redaktionelle Durchsicht. Diese Arbeit entstand im Rahmen des Projektes „iNUVERSUM – Raum und Zeit für Insekten“, einem Kooperationsprojekt der Sächsischen Staatsministerien für Umwelt und Landwirtschaft, des Senckenberg Museums für Tierkunde Dresden und des Deutschen Verbandes für Landschaftspflege, Landesverband Sachsen e. V. Das Projekt wird mit Steuermitteln auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes unterstützt.

Literatur

- Albrecht, M., D. Kleijn, N. M. Williams, M. Tschumi, B. R. Blaauw, R. Bommarco, A. J. Campbell, M. Dainese, F. A. Drummond, M. H. Entling, D. Ganser, G. Arjen de Groot, D. Goulson, H. Grab, H. Hamilton, F. Herzog, R. Isaacs, K. Jacot, P. Jeanneret, M. Jonsson, E. Knop, C. Kremen, D. A. Landis, G. M. Loeb, L. Marini, M. McKerchar, L. Morandin, S. C. Pfister, S. G. Potts, M. Rundlöf, H. Sardiñas, A. Sciligo, C. Thies, T. Tschartke, E. Venturini, E. Veromann, I. M. G. Vollhardt, F. Wäckers, K. Ward, D. B. Westbury, A. Wilby, M. Woltz, S. Wratten & L. Sutter 2020: The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. – *Ecology Letters* 23: 1488–1498.
- Alhmedi, A., E. Haubruge, B. Bodson & F. Francis 2007: Aphidophagous guilds on nettle (*Urtica dioica*) strips close to fields of green pea, rape and wheat. – *Insect Science* 14: 419–424.
- Anderson, M., E. L. Rotheray & F. Mathews 2023: Marvellous moths! pollen deposition rate of bramble (*Rubus fruticosus* L. agg.) is greater at night than day. – *PLOS ONE* 18 (3): e0281810.
- Arthur, A. P. & H. G. Wylie 1959: Effects of host size on sex ratio, development time and size of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). – *Entomophaga* 4: 297–301.
- Barbosa, P. A. 1998: Conservation Biological Control. – Academic Press, San Diego, California & London, UK.
- Bouget, C., B. Nusillard, X. Pinau, X. & C. Ricou 2012: Effect of deadwood position on saproxylic beetles in temperate forests and conservation interest of oak snags. – *Insect Conservation and Diversity* 5: 264–278.
- Braschler, B., J. D. Gilgado, V. Zwahlen, H.-P. Rusterholz, S. Buchholz & B. Baur 2020: Ground-dwelling invertebrate diversity in domestic gardens along a rural-urban gradient: Landscape characteristics are more important than garden characteristics. – *PLoS ONE* 15 (10): e0240061.
- Bräutigam & Kleinstäuber 1997: Bodenatlas des Freistaates Sachsen Teil 2: Standortkundliche Verhältnisse und Bodennutzung. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 73 S.
- Brumm, T. 2023: Die Vielfalt der Arten im Kleingarten. – *Gartenfreund* Nr. 4, 2023: 26–27.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2025: Anzahl gebietsfremder Arten. – <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/anzahl-gebietsfremder-arten.html> (letzte Aktualisierung: 16.04.2025)
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) 2018: Kleingärten im Wandel – Innovationen für verdichtete Räume. – Berlin. 117 S.
- Burghardt, K. T., D. W. Tallamy, C. Philips & K. J. Shropshire 2010: Non-native plants reduce abundance, richness, and host specialization in lepidopteran communities. – *Ecosphere* 1 (5): article 11.
- Buse, J., M.-A. Fritze & N. Wollik 2021: Bedeutung von Totholz für überwinterte Laufkäfer und andere Insekten: Spannende Insektenvielfalt im Totholz. – *Biologie in unserer Zeit* 51 (4): 353–359.
- Bütler, R., T. Lachat, F. Krumm, D. Kraus & I. Larrieu 2020: Taschenführer der Baummikrohabitate – Beschreibung und Schwellenwerte für Feldaufnahmen. – Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 59 S.

- Cabral, I., J. Keim, R. Engelmann, R. Kraemer, J. Siebert & A. Bonn 2017: Ecosystem services of allotment and community gardens: A Leipzig, Germany case study. – *Urban Forestry & Urban Greening* 23: 44–53.
- Chabert, A. & J.-P. Sarthou 2017: Practices of conservation agriculture prevail over cropping systems and landscape heterogeneity in understanding the ecosystem service of aphid biocontrol. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 249: 70–79.
- Cloyd, R. A. 2020: How effective is conservation biological control in regulating insect pest populations in organic crop production systems? – *Insects* 11: 744.
- Coleman, R. A., A. M. Barker & M. Fenner 1999: Parasitism of the herbivore *Pieris brassicae* L. (Lep., Pieridae) by *Cotesia glomerata* L. (Hym., Braconidae) does not benefit the host plant by reduction of herbivory. – *Journal of Applied Entomology* 123: 171–177.
- Connell, J. H. 1978: Diversity in tropical rain forests and coral reefs – high diversity of trees and corals is maintained only in the non equilibrium state. – *Science* 199: 1302.
- David, W. 2015: Nisthilfen für Wildbienen und Wespen. – *Natur & Garten* 3/2015: 55 S.
- David, W. 2016: Fertig zum Einzug: Nisthilfen für Wildbienen. Leitfaden für Bau und Praxis – so gelingt's. – Pala Verlag, Darmstadt. 157 S.
- Davis, B. N. K. 1973: The Hemiptera and Coleoptera of Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.) in East Anglia. – *Journal of Applied Ecology* 10 (1): 213–237.
- Davis, B. N. K. 1978: Urbanisation and the diversity of insects. S. 126–138. – In: L. A. Mound & N. Waloff, *Diversity of Insect Faunas*. – Oxford, Blackwell.
- Deckert, J. & E. Wachmann 2020: Die Wanzen Deutschlands. – Quelle & Meyer, 714 S.
- Dehnhardt, A., M. Welling, L. Laug & D. Jakubka 2021: Biologische Vielfalt in Privatgärten. Welche Faktoren die Gartengestaltung beeinflussen. – Diskussionspapier des Instituts für Ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin 73/21: 48 S.
- Dijken, M. J. v., M. Kole, J. C. v. Lenteren & A. M. Brand 1986: Host-preference studies with *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym., Trichogrammatidae) for *Mamestra brassicae*, *Pieris brassicae* and *Pieris rapae*. – *Journal of Applied Entomology* 101: 64–85.
- Dolezal, A. J. 2025: What regulates arthropod pests and predators in agricultural landscapes? – A thesis presented to the University of Guelph. 146 S.
- Doyle, T., W. L. S. Hawkes, R. Massy, G. D. Powney, M. H. M. Menz, K. R. Wotton 2020: Pollination by hoverflies in the Anthropocene. – *Proceedings of the Royal Society B* 287: 20200508.
- Eisenbeis, G. & W. Wichard 1985: Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart & New York. 434 S.
- Ellis, E. E. & T. L. Wilkinson 2021: Moth assemblages within urban domestic gardens respond positively to habitat complexity, but only at a scale that extends beyond the garden boundary. – *Urban Ecosystems* 24: 469–479.
- Fartmann, T. & G. Hermann 2006: Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa – von den Anfängen bis heute. – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* – Heft 68 (3/4): 11–57.
- Feld, C. K., H. H. Nguyen, P. Haase, D. Hering, U. Schmedtje, C. Pahl-Postl, S. von Fumetti, J. Freyhof, H. J. Hahn, P. J. Haubrock, S. Jähnig, K. Januschke, B. Klauer, M. Reese, N. Sommerwerk, D. Straile & F. Tanneberger 2024: Binnengewässer und Auen. S. 521–647. – In: C. Wirth, H. Brühl, N. Farwig, J. M. Marx & J. Settele, *Faktencheck Artenvielfalt*. – oekom Verlag, München.
- Ferlauto, M. & K. T. Burghardt 2025: Removing autumn leaves in residential yards reduces the spring emergence of overwintering insects. – *Science of The Total Environment* 970: 178821.
- Ferlauto, M., L. Schmitt & K. Burghardt 2024: Legacy effects of long-term autumn leaf litter removal slow decomposition rates and reduce soil carbon in suburban yards. – *Plants, People, Planet* 6: 875–884.
- Flügel, H.-J. 2013: Blütenökologie. Band 1: Die Partner der Blumen. – Die Neue Brehm Bücherei 43. – VerlagsKG Wolf, Magdeburg. 245 S.
- Fontaine, B., B. Bergerot, I. Le Viol & R. Julliard 2016: Impact of urbanization and gardening practices on common butterfly communities in France. – *Ecology and Evolution* 6 (22): 8174–8180.

- Garbuzov, M. & F. L. W. Ratnieks 2014 a: Quantifying variation among garden plants in attractiveness to bees and other flower-visiting insects. – *Functional Ecology* 28 (2): 364–374.
- Garbuzov, M. & F. L. W. Ratnieks 2014 b: Listmania: The Strengths and Weaknesses of Lists of Garden Plants to Help Pollinators. – *BioScience* 64 (11): 1019–1026.
- Garbuzov, M., E. E. W. Samuelson & F. L. W. Ratnieks 2015: Survey of insect visitation of ornamental flowers in Southover Grange garden, Lewes, UK. – *Insect Science* 22: 700–705.
- Garbuzov, M., K. Alton & F. L. W. Ratnieks 2017: Most ornamental plants on sale in garden centres are unattractive to flower-visiting insects. – *PeerJ* 5: e3066.
- Gaston, K. J., R. M. Smith, K. Thompson & P. H. Warren 2005 a: Urban Domestic Gardens II: Experimental Tests of Methods for Increasing Biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 14: 395–413.
- Gaston, K. J., P. H. Warren, K. Thompson & R. M. Smith 2005 b: Urban Domestic Gardens IV: The Extent of the Resource and its Associated Features. – *Biodiversity and Conservation* 14: 3327–3349.
- Gee, J. H. R., B. D. Smith, K. M. Lee & S. W. Griffiths 1997: The ecological basis of freshwater pond management for biodiversity. – *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 7 (2): 91–104.
- Gledhill, D. G., P. James & D. H. Davies 2008: Pond diversity as a determinant of aquatic species richness in an urban landscape. – *Landscape Ecology* 23: 1219–1230.
- Gould, W. P. & R. L. Jeanne 1984: Polistes wasps (Hymenoptera: Vespidae) as control agents for lepidopterous cabbage pests. – *Environmental Entomology* 13 (1): 150–156.
- Griffiths-Lee, J., E. Nicholls & D. Goulson 2022: Sown mini-meadows increase pollinator diversity in gardens. – *Journal of Insect Conservation* 26: 299–314.
- Grobbaud, K., K. Gratzner, J. Neumayer, G. Kunz & R. Brodschneider 2024: Nisthilfen für Wildbienen – Artenschutz oder Gewissensberuhigung? – *Entomologica Austriaca* 31: 157–180.
- Gurr, G. M., S. D. Wratten, J. M. Luna 2003: Multifunction agricultural biodiversity: pest management and other benefits. – *Basic applied Ecology* 4: 107–116.
- Harvey, J. A., E. H. Poelman & R. Gols 2010: Development and host utilization in *Hyposoter ebeninus* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a solitary endoparasitoid of *Pieris rapae* and *P. brassicae* caterpillars (Lepidoptera: Pieridae). – *Biological Control* 53 (3): 312–318.
- Heimpel, G. E. 2019: Linking parasitoid nectar feeding and dispersal in conservation biological control. – *Biological Control* 132: 36–41.
- Hill, M. J. & P. J. Wood 2014: The macroinvertebrate biodiversity and conservation value of garden and field ponds along a rural-urban gradient. – *Fundamental and Applied Limnology* 185 (1): 107–119.
- Hill, M. J., J. Biggs, I. Thornhill, R. A. Briers, D. G. Gledhill, J. C. White, P. J. Wood & C. Hassall 2017: Urban ponds as an aquatic biodiversity resource in modified landscapes. – *Global Change Biology* 23: 986–999. [verfügbar at University of Leeds]
- Hill, M. J., Biggs, J., Thornhill, I. et al. 2018: Community heterogeneity of aquatic macroinvertebrates in urban ponds at a multi-city scale. – *Landscape Ecology* 33: 389–405.
- Hill, M. J., P. J. Wood, W. Fairchild, P. Williams, P. Nicolet, J. Biggs 2021: Garden pond diversity: Opportunities for urban freshwater conservation. – *Basic and Applied Ecology* 57: 28–40.
- Hill, M. J., P. J. Wood, J. C. White, I. Thornhill, W. Fairchild, P. Williams, P. Nicolet & J. Biggs 2024: Environmental correlates of aquatic macroinvertebrate diversity in garden ponds: Implications for pond management. – *Insect Conservation and Diversity* 17 (2): 374–385.
- Hofmann, M. M., A. Fleischmann & S. S. Renner 2020: Foraging distances in six species of solitary bees with body lengths of 6 to 15 mm, inferred from individual tagging, suggest 150 m-rule-of-thumb for flower strip distances. – *Journal of Hymenoptera Research* 77: 105–117.
- Hoogenstein, L. 2023: Mijn 1000 soorten tuin [deutsch: ‚Mein 1000-Arten-Garten‘]. – *Noordboek Natur, Gorredijk, Nederlande*. 208 S.
- Huemer, P. 2024: Unexpected diversity of moths (Lepidoptera) in the Gardens of Trauttmansdorff Castle (Prov. Bolzano-South Tyrol, Italy). – *Gredleriana* 24: 83–114.
- Huston, M. A. 1994: *Biological Diversity: The coexistence of species*. – Cambridge University Press. 681 S.

- Hyseni, C., J. Heino, L. M. Bini, U. Bjelke & F. Johansson 2021: The importance of blue and green landscape connectivity for biodiversity in urban ponds. – *Basic and Applied Ecology* 57: 129–145.
- Iuliano, B., C. Gratton, T. N. Kim & B. J. Spiesman 2024: Semi-natural habitat, but not aphid amount or continuity, predicts lady beetle abundance across agricultural landscapes. – *Journal of Applied Ecology* 61: 1881–1893.
- Jandt, J. M., E. McCall & A. L. Toth 2024: Native *Polistes* wasps (Hymenoptera: Vespidae) hold potential as biocontrol agents for lepidopteran pests of Brassica. – *Journal of Economic Entomology* 117 (5): 1753–1759.
- KARCH – Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz 2025: Weiherbau für Amphibien. – infofauna.ch
- Karowe, D. N. & L. M. Schoonhoven 1992: Interactions among three trophic levels: the influence of host plant on performance of *Pieris brassicae* and its parasitoid, *Cotesia glomerata*. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* 62: 241–251.
- Kendall, D. A. & M. E. Solomon 1973: Quantities of pollen on the bodies of insects visiting apple blossom. – *Journal of Applied Ecology* 10 (2): 627–634.
- Klausnitzer, U. 1994: Biotope im Garten. – Neumann Verlag Radebeul. 159 S.
- Kleinsteuber, E. & W. Röhrich 2005: Megaloptera – Großflügler. S. 303. – In: B. Klausnitzer, H.-J. Hannemann & K. Senglaub, Stresemann – Exkursionfauna von Deutschland. Band 2. Wirbellose: Insekten. – Elsevier, München.
- Kölkebeck, T. 2010: Die Käferfauna (Coleoptera) eines Gartens in St. Augustin bei Bonn. – *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen* 20 (1–4): 81–105.
- Königslöw, V. von, A.-M. Klein, M. Staab & G. Pufal 2019: Benchmarking nesting aids for cavity-nesting bees and wasps. – *Biodiversity and Conservation* 28: 3831–3849.
- Kowarik, I. 2010 (2. Aufl.): Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. – Ulmer, Stuttgart. 492 S.
- Kunick, W. 1991: Ausmaß und Bedeutung der Verwilderung von Gartenpflanzen. – *NNA-Bericht* 4: 6–13.
- Leius, K. 1963: Effects of pollens on fecundity and longevity of adult *Scambus buolianae* (Htg.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). – *The Canadian Entomologist* 95 (2): 202–207.
- Lemanski, K. & A. Herz 2025: Commercial availability of invertebrate biological control agents targeting plant pests in Germany. – *Journal of Plant Diseases and Protection* 132: 67.
- Loram, A., J. Tratalos, P. H. Warren & K. J. Gaston 2007: Urban domestic gardens (X): the extent & structure of the resource in five major cities. – *Landscape Ecology* 22: 601–615.
- Loram, A., K. Thompson, P. H. Warren & K. J. Gaston 2008 a: Urban domestic gardens (XII): The richness and composition of the flora in five UK cities. – *Journal of Vegetation Science* 19: 321–330.
- Loram, A., P. H. Warren & K. J. Gaston 2008 b: Urban Domestic Gardens (XIV): The Characteristics of Gardens in Five Cities. – *Environmental Management* 42: 361–376.
- Luig, L., I. Dewitz, T. Witte, D. Wannemacher, L. Stiem-Bhatia & J. Weigelt 2024 (2. Aufl.): Bodenatlas. Daten und Fakten über eine lebenswichtige Ressource. – Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. & TMG – Think Tank for Sustainability, TMG Research gGmbH. 50 S.
- Marahrens, S., S. Schmidt, J. Frauenstein, J. Mathews, B.-M. Bussian, G. Penn-Bressel, J. Utermann, F. Glante, E. Eberhardt, A. Freibauer, M. Bechthold, B. Tiemeyer, N. Wellbrock & F. Böttcher 2015: Bodenzustand in Deutschland zum „Internationalen Jahr des Bodens“. – Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. 104 S.
- Márton, Z., B. Barata, C. F. Vad, B. Szabó, A. J. Hamer, V. Kardos, C. Laskai, Á. Fierpasz, Z. Horváth 2025: Effects of urbanisation, habitat characteristics, and management on garden pond biodiversity: Findings from a large-scale citizen science survey. – *Landscape and Urban Planning* 257: 105299.
- Meerheim, F. & M. Nuß 2020: Auswahlkriterien für Pflanzenarten zur Förderung sächsischer Wildbienen und Ableitung einer Pflanzenartenliste. – *Sächsische Entomologische Zeitschrift* 10: 99–108, Suppl.

- Mühlethaler, R., W.E. Holzinger, H. Nickel, E. Wachmann 2019: Die Zikaden Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – Quelle & Meyer, 358 S.
- Müller, A., S. Diener, S. Schnyder, K. Stutz, C. Sedivy, S. Dorn 2006: Quantitative pollen requirements of solitary bees: Implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. – *Biological Conservation* 130 (4): 604–615.
- Munschek, M., R. Witt, K. Kaltofen, J. Segar, C. Wirth, A. Weigelt, R. A. Engelmann & I. R. Staudé 2023: Putting conservation gardening into practice. – *Scientific Reports* 13: 12671.
- Nabel, M., C. Selig, J. Gundlach, H. v. d. Decken, M. Klein & B. Jessel 2021: Bodenreport. Vielfältiges Bodenleben – Grundlage für Naturschutz und nachhaltige Landwirtschaft. – Bundesamt für Naturschutz, 53 S.
- Nuß, M. 2017: Der stumme Frühling – Von der Fiktion zur Wirklichkeit. – Biologische Vielfalt in Sachsen. Artenvielfalt in die Agrarlandschaft. – 6. Sächsischer Naturschutztag: 22–32.
- Nuß, M. 2018: Pflanzenschutzmittel gefährden die Artenvielfalt. – *Loccumer Protokolle* 63 (2017): 101–114.
- Nuß, M. 2020: Insektenrückgang: Weniger bekannte, aber relevante Ursachen. 25–40. – In: M. C. M. Müller, A. Krüß & M. Nuß, Insektenschutz! Handeln für Biodiversität. – *Loccumer Protokolle* 67/2019.
- Nuß, M. & D. Lehmann 2022: Fachliche Evaluierung des Mitmachprojektes „Puppenstuben gesucht – Blühende Wiesen für Sachsens Schmetterlinge“. – *Naturschutzarbeit in Sachsen* 63 (2021): 12–25.
- Noldus, L. P. J. J. & J. C. van Lenthren 1985: Kairomones for the egg parasite *Trichogramma evanescens* Westwood. – *Journal of Chemical Ecology* 11: 793–800.
- Oertli, B. & K. M. Parris 2019: Review: Toward management of urban ponds for freshwater biodiversity. – *Ecosphere* 10 (7): e02810.
- Orlow, M. v. 2011: Mein Insektenhotel. Wildbienen, Hummeln & Co. im Garten. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 190 S.
- Owen J. & D. F. Owen 1975: Suburban gardens: England's most important nature reserve? – *Environmental Conservation* 2: 53–59.
- Owen, J. 1983: Effects of contrived plant diversity and permanent succession on insects in English suburban gardens. S. 395–422. – In: G. W. Frankie & C. S. Koehler, *Urban entomology: Interdisciplinary perspectives*. – Praeger Publishers, New York.
- Owen, J. 1991: *The Ecology of a Garden: The First Fifteen Years*. – Cambridge University Press. XII + 403 S.
- Owen, J. 2010: *Wildlife of a garden. A thirty-year study*. – Royal Horticultural Society, London. XV+261 S.
- Pak, G. A., J. W. M. Kaskens & E. J. de Jong 1990: Behavioural variation among strains of *Trichogramma* spp.: host-species selection. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* 56: 91–102.
- Prell S., K. Burmeister & U. Schulz 2015: Fehleranalysen und Optimierungsmöglichkeiten an Nisthilfen für Wildbienen – Erkenntnisse aus Literaturrecherchen und empirischen Untersuchungen. – *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 20: 179–182.
- Proctor, M., P. Yeo & A. Lack 1996: *The natural history of pollination*. – Harper Collins Publishers, 479 S.
- Rader, R., S. A. Cunningham, B. G. Howlett & D. W. Inouye 2020: Non-bee insects as visitors and pollinators of crops: biology, ecology and management. – *Annual Review of Entomology* 65: 391–407.
- Raupp, M. J., P. M. Shrewsbury & D. A. Herms 2010: Ecology of herbivorous arthropods in urban Landscapes. – *Annual Review of Entomology* 55: 19–38.
- Rayor, L. S., L. J. Mooney & J. A. Renwick 2007: Predatory behavior of *Polistes dominulus* wasps in response to cardenolides and glucosinolates in *Pieris napi* caterpillars. – *Journal of Chemical Ecology* 33: 1177–1185.
- Reinhardt, R. & P. Richter 1978: Zur ökologischen Isolierung der an Brennessel (*Urtica dioica* L.) lebenden Nymphaliden. – *Entomologische Berichte*, Berlin 1978: 43–50.
- Rocha, E. A., E. N. F. Souza, L. A. D. Bleakley, C. Burley, J. L. Mott, G. Rue-Glutting & M. D. E. Fellowes 2018: Influence of urbanisation and garden plants on the diversity and abundance of aphids and their ladybird and hoverfly predators. – *European Journal of Entomology* 115: 140–149.

- Rösch, V., R. Biedermann, M. H. Entling, I. Gjonov, F. Helbing, M. Jakovljević, R. v. Klink, S. Marinković, A. Sára, H. Sára, S. Schuch & R. Achtziger 2023: Leafhopper diversity in home gardens – results of a survey in four countries across Europe (Hemiptera, Auchenorrhyncha). – *Cicadina* 22: 39–57.
- Rößner, E. 2012: Die Hirschkäfer und Blatthornkäfer Ostdeutschlands (Coleoptera: Scarabaeoidea). – Verein der Freunde und Förderer des Naturkundemuseums Erfurt e. V. (Hrsg.), 505 S.
- Sadler, J. P., E. C. Small, H. Fiszpan, M. G. Telfer & J. Niemelä 2006: Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban–rural gradient using woodland carabid assemblages. – *Journal of Biogeography* 33: 1126–1138.
- Salisbury, A., J. Armitage, H. Bostock, J. Perry, M. Tatchell & K. Thompson 2015: Editor's Choice: Enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects (pollinators): should we plant native or exotic species? – *Journal of Applied Ecology* 52: 1156–1164.
- Salisbury, A., S. Al-Beidh, J. Armitage, S. Bird, H. Bostock, A. Platoni, M. Tatchell, K. Thompson & J. Perry 2017: Enhancing gardens as habitats for plant-associated invertebrates: should we plant native or exotic species? – *Biodiversity Conservation* 26: 2657–2673.
- Salisbury, A., S. Al-Beidh, J. Armitage, S. Bird, H. Bostock, A. Platoni, M. Tatchell, K. Thompson & J. Perry 2020: Enhancing gardens as habitats for soil-surface-active invertebrates: should we plant native or exotic species? – *Biodiversity Conservation* 29: 129–151.
- Sayer, E. 2005: Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. – *Biological Reviews* 81 (1): 1–31.
- Schindler, M. & B. Peters 2011: Eignen sich die Mauerbienen *Osmia bicornis* und *Osmia cornuta* als Bestäuber im Obstbau? – *Erwerbs-Obstbau* 52 (3-4): 111–116.
- Schlüpmann, M. 2001: Die Libellenfauna urbaner Lebensräume am Beispiel der Stadt Hagen. – *Dortmunder Beiträge zur Landeskunde* 35: 191–216.
- Schreiber, R. L. 1993: Tiere auf Wohnungssuche: Ratgeber für mehr Natur am Haus. – Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin. 352 S.
- Schuch, S., T. Kahnis, A. Floren, W. H. O. Dorow, W. Rabitsch, M. M. Goßner, S. M. Blank, A. Liston, A. H. Segerer, T. Sobczyk & M. Nuß 2024: Die Bedeutung von Gehölzen für einheimische, phytophage Insekten. – *Natur und Landschaft* 99 (4): 174–179 + elektronisches Supplement.
- Schuch, S. & M. Nuß 2025: Die Bedeutung von Hecken in Gärten aus tierökologischer Sicht. – *Sächsische entomologische Zeitschrift*: 92–106
- Schumann, H., R. Bährmann & A. Stark 1999: Checkliste der Dipteren Deutschlands. – *Studia dipterologica*, Suppl. 2: 354 S.
- Schwerdtfeger, M. & H.-J. Flügel 2015: Blütenökologie. Band 2: Sexualität und Partnerwahl im Pflanzenreich. – Die Neue Brehm Bücherei 43. – VerlagsKG Wolf, Magdeburg. 272 S.
- Smith, R. M., K. J. Gaston, P. H. Warren & K. Thompson 2005: Urban Domestic Gardens V: Relationships Between Housing, Landscape and Habitat Composition. – *Landscape Ecology* 20: 235–253.
- Smith, R. M., K. J. Gaston, P. H. Warren & K. Thompson 2006 a: Urban Domestic Gardens VIII: Environmental Correlates of Invertebrate Abundance. – *Biodiversity and Conservation* 15: 2515–2545.
- Smith, R. M., K. Thompson, J. G. Hodgson, P. H. Warren & K. J. Gaston 2006 b: Urban Domestic Gardens IX: Exploring the Composition and Richness of the Vascular Plant Flora. – *Biological Conservation* 129 (3): 312–322.
- Steel, H. & W. Bert 2012: Biodiversity of compost mesofauna and its potential as an indicator of the composting process status. – *Dynamic soil, dynamic plant* 5 (Special Issue 2): 45–50.
- Strauss, G. & R. Niedringhaus 2014: Die Wasserwanzen Deutschlands. – *WABV Fründ.* 66 S.
- Staudé, I. R., A. Dehnhardt, R. A. Engelmann, E. Foos, D. Haase, K. Kaltöfen, J. Marx, J. Meyer, M. Munschek, T. Puhlmann, R. Richter, R. Witt, T. Bode & C. Wirth 2024: Kleingärten als Modelle gesellschaftlicher Transformation für die Erhaltung und Förderung von Biodiversität. – *Natur und Landschaft* 99 (12): 589–595.
- Tassin de Montaigu, C. & D. Goulson 2023 a: Factors influencing butterfly and bumblebee richness and abundance in gardens. – *Science of the Total Environment* 908: 167995.

- Tassin de Montaigu, C. & D. Goulson 2023 b: Habitat quality, urbanisation & pesticides influence bird abundance and richness in gardens. – *Science of the Total Environment* 870: 161916.
- Ternisien, M., M. Deschamps-Cottin, M.-H. Lizée, L. March, C. Robles & B. Vila 2023: How butterfly communities are structured and have changed in urbanized areas of Marseille: a 12-year monitoring survey. – *Urban Ecosystems* 26 (5): 1427–1438.
- Thompson, K., K. C. Austin, R. M. Smith, P. H. Warren, P. G. Angold & K. J. Gaston 2003: Urban Domestic Gardens I: Putting Small-scale Plant Diversity in Context. – *Journal of Vegetation Science* 14: 71–8.
- Thompson, K., J. G. Hodgson, R. M. Smith, P. H. Warren & K. J. Gaston 2004: Urban Domestic Gardens III: Composition and Diversity of Lawn Floras. – *Journal of Vegetation Science* 15: 373–8.
- Thompson, K., S. Colsell, J. Carpenter, R. M. Smith, P. H. Warren & K. J. Gaston 2005: Urban Domestic Gardens VII: A Preliminary Survey of Soil Seed Banks. – *Seed Science Research* 15: 133–41.
- Thompson, K. 2006: No nettles required. – Eden Project Books, Cornwall, UK. 174 S.
- Thornhill, I., L. Batty, R. G. Death, N. R. Friberg & M. E. Ledger 2017: Local and landscape scale determinants of macroinvertebrate assemblages and their conservation value in ponds across an urban land-use gradient. *Biodiversity and Conservation* 26: 1065–1086.
- Tresch, S., D. Frey, R.-C. Le Bayon, P. Mäder, B. Stehle, A. Fliessbach & M. Moretti 2019 a: Direct and indirect effects of urban gardening on aboveground and belowground diversity influencing soil multifunctionality. – *Scientific Reports* 9: 9769.
- Tresch, S., D. Frey, R.-C. Le Bayon, A. Zanetta, F. Rasche, A. Fliessbach & M. Moretti 2019 b: Litter decomposition driven by soil fauna, plant diversity and soil management in urban gardens. – *Science of The Total Environment* 658: 1614–1629.
- Trigos-Peral, G. & J. L. Reyes-López 2025: The aging of urban gardens can enhance their role as refuges for local ant species. – *Diversity* 17 (1): 64.
- van Emden, H. F. 1965: The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. – *Scientific Horticulture* 17 (1964-65): 121–136.
- van Emden, H. F. 2022: Conservation biological control of insect pests. – *CABI Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 17: 1–11. [verfügbar bei der University of Reading]
- van Rijn, P. C. J., Y. M. van Houten & M. W. Sabelis 2002: How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. – *Ecology* 83 (10): 2664–2679.
- van Rijn, P. C. & M. W. Sabelis 2005: Impact of plant-provided food on herbivore-carnivore dynamics. S. 223-266. – In: F. L. Wäckers, P. C. J. van Rijn & J. Bruin, *Plant-provided food for carnivorous insects: A protective mutualism and its applications*. – Cambridge University Press.
- Vickery, M. L. 1995: Gardens: the neglected habitat. S. 123–134. – In: A. S. Pullin, *Ecology and Conservation of Butterflies*. – London, Chapman and Hall.
- Wäckers, F. L. 2004: Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. – *Biological Control* 29 (3): 307–314.
- Wäckers, F. L., P. C. van Rijn & J. Bruin 2005: Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications. – Cambridge University Press, 356 S.
- Wäckers, F. L., J. Romeis & P. van Rijn 2007: Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. – *Annual Review of Entomology* 52: 301–323.
- Wenzel, A., I. Grass, V. Belavadi & T. Tschardt 2020: How urbanization is driving pollinator diversity and pollination - A systematic review. – *Biological Conservation* 241: 108321.
- Westrich, P. 2018: *Die Wildbienen Deutschlands*. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 824 S.
- Wichard, W., W. Arens & G. Eisenbeis 1995: *Atlas zur Biologie der Wasserinsekten*. – Gustav Fischer, Stuttgart. 338 S.
- Willigalla, C. & T. Fartmann 2009: Die Libellenfauna der Regenrückhaltebecken der Stadt Mainz (Odonata). – *Libellula* 28: 117–137.
- Willigalla, C. & T. Fartmann 2012: Patterns in the diversity of dragonflies (Odonata) in cities across Central Europe. – *European Journal of Entomology* 109 (2): 235–245.

- Wintergerst, J., T. Kästner, M. Bartel, C. Schmidt & M. Nuss 2021: Partial mowing of urban lawns supports higher abundances and diversities of insects. – *Journal of Insect Conservation* 25: 797–808.
- C. Wirth, H. Brühl, N. Farwig, J. M. Marx & J. Settele, *Faktencheck Artenvielfalt*. – oekom Verlag, München. 1256 S.
- Wohlgemuth, T., A. Jentsch & R. Seidl 2019: *Störungsökologie*. – Haupt, Bern. 396 S.
- Zehm, A., T. Blick, W. v. Brackel, M. Bräu, H. Fuchs & T. Guggemoos (unter Mitarbeit von: W. Ahlmer, R. Albrecht, A. Gruppe, S. Hopfenmüller, M. Klarl, J. Knott, J. Kruse, W. Mey, H. Nickel, P. Sturm, S. Tischendorf, A. Ulmer) 2024: 1.000 Arten im Garten – selbst kleine Hausgärten können zur Artenvielfalt beitragen. – *Anliegen Natur* 46 (1): 63–74.
- Zurbuchen, A. & A. Müller 2012: *Wildbienenschutz – von der Wissenschaft zur Praxis*. – Haupt Verlag, 162 S.