KOENIGIANA	Band 15 (2) 2021	71–85	Bonn, Dezember 2021	ISSN 2627-0005

Von Biodiversität, Bestäubung, Bienen und Obstanlagen

Andreé Hamm

…Biodiversität…

Wäre die Erde ein Patient und der Arzt würde fragen: „Wie geht´s uns denn heute?", dann würde sie sicher antworten: „Schlecht, und das nicht erst seit gestern!".

Das Traurige an dieser Vorstellung ist, dass der Arzt die Krankheiten kennt und ihm auch die Therapien bekannt sind, er diese aber einfach nicht anwenden will.

Das Einzigartige an dieser Vorstellung ist darüber hinaus, dass der Mensch Krankheitserreger und Arzt zugleich ist.

So sind der menschgemachte Klimawandel, der Umweltwandel und der damit verbundene Verlust und die fortschreitende Fragmentierung und Zerstörung von Lebensräumen verheerende „Krankheiten", die dem Menschen seit langer Zeit bekannt sind. Der drastische Rückgang der Arten weltweit ist dabei nur ein Symptom von vielen.

Eine Frage, die in diesem Kontext immer wieder gestellt wird, ist die nach dem Sinn bzw. dem Nutzen der Biodiversität allgemein und der Artenvielfalt im Speziellen.

Zunächst lässt sich hier als Antwort die ethische Dimension der Biodiversität („Ökologische Ethik") anführen, die besagt, dass jede Art ein „Recht" hat zu existieren und einen Eigenwert besitzt, der sich aus ihrer einzigartigen Evolution und ökologischen Einbindung ergibt (Kandarr et al. 2020).

Eine weitere Dimension der Biodiversität beschreibt den Nutzwert, den selbige auf verschiedenen Ebenen für die menschliche Gesellschaft haben kann. Sie befasst sich u. a. mit der Tatsache, dass Organismen aufgrund ihrer Funktionen, die sie in ihren Lebensräumen natürlicherweise übernehmen, wesentlich zum Erhalt und zur Förderung von Ökosystemen beitragen. Dabei können verschiedene Organismen- (Gruppen) ganz unterschiedliche „Ökosystemfunktionen" haben (Abb. 1).

So sind es z. B. zahlreiche Arten und unzählige Individuen der Bodenorganismen, die dazu beitragen, dass es zum Umsatz von organischem Bestandsabfall kommt, wodurch Nährstoffe in den Böden wieder pflanzenverfügbar gemacht werden. Auch für die Durchlüftung und die Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens des Bodens und einer Verbesserung seiner Krümelstruktur zeichnen selbige mitverantwortlich. Viele dieser Organismen sind Insekten bzw. deren Larvenstadien. Ihnen haben wir es z. B. zu verdanken, wenn wir über fruchtbare Böden verfügen können, die eine Grundvoraussetzung für gute Erträge in der Landwirtschaft darstellen.

Die Larven der Insektenordnungen Eintags-, Stein- und Köcherfliegen entwickeln sich im Wasser und spielen eine wichtige Rolle bei der Selbstreinigung stehender und fließender Binnengewässer. Auch die Larven einiger Schwebfliegenarten übernehmen eine solche Funktion in den Gewässern oder ernähren sich z. B. von den Larven bestimmter Schadinsekten und spielen daher eine wichtige Rolle bei der biologischen Schädlingsbekämpfung. Die Adulten vieler Schwebfliegenarten wiederum sind darüber hinaus auch wichtige Bestäuber von Wild- und Nutzpflanzen. Unabhängig da-

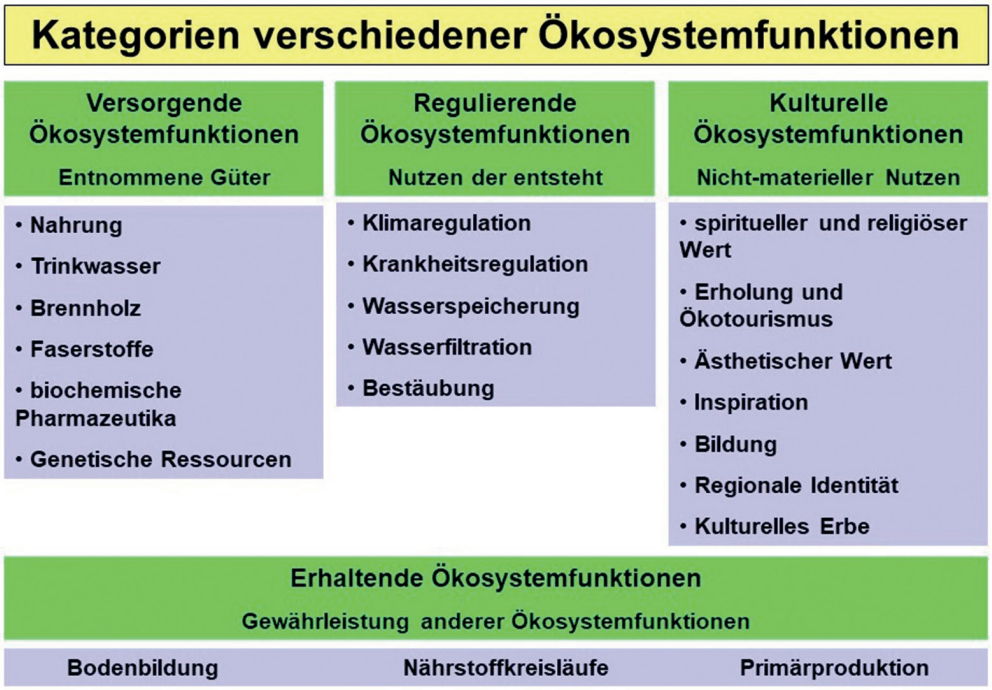

Abb. 1. Kategorien verschiedener Ökosystemfunktionen (Abbildung: A. HAMM)).

von spielen aber alle Insekten bzw. deren Entwicklungsstadien eine wichtige Rolle in den Nahrungsnetzen. So leiden zahlreiche insektivore Vogelarten z. T. stark unter dem weltweiten Rückgang der Insektenvielfalt und der Abundanzen vieler Arten.

…Bestäubung…

Eine weitere Ökosystemfunktion, der eine zentrale Bedeutung von enormem Wert zukommt, ist die Bestäubung durch Tiere, die sogenannte Zoophilie.

So wurde bereits während eines Workshops in São Paulo 1998 zum Übereinkommen zur Biologischen Vielfalt (CBD), der im Vorlauf der International Pollinator Initiative (IPI 2000) stattfand, festgeschrieben, dass ein nachhaltiges Bestands-Management der Bestäuberpopulationen besondere Berücksichtigung finden muss, da sie einen bedeutenden Teil der Agrarbiodiversität darstellen.

Weiter wurde erarbeitet, dass ein nachhaltiges Bestands-Management dieser Populationen aber nur dann möglich ist, wenn die Entwicklung derselben kontrolliert wird und die mitunter hoch spezialisierten Beziehungen z. B. der Bienen zu ihren Futterpflanzen verstanden sind. So ist u.a. immer noch zu wenig über die Pollennutzung der verschiedenen Wildbienenarten oder den Pollenbedarf einzelner Wildbienenweibchen bekannt (BUCHMANN & NABHAN 1996; KEVAN et al. 1997; FRANKIE et al. 1997; ALLEN et al. 1997; KEVAN 1999; PAINI 2004; MÜLLER et al. 2006).

Trotz dieser Erkenntnisse ist weltweit ein fortschreitender Rückgang natürlicher Bestäuber- Populationen nach wie vor zu beobachten. Dieser hat nicht nur Auswirkungen auf die Diversität der natürlichen Florenreiche dieses Planeten und damit

auf den Fortbestand der Ökosysteme, sondern auch auf den Fruchtansatz zahlreicher Nutzpflanzen und damit auf die Erträge und letzten Endes auch auf die Versorgung der Menschen mit Nahrungsmitteln weltweit.

Um der Zunahme des weltweiten Mangels an Bestäubung zu begegnen, wird vielerorts bereits heute auf „Handarbeit" gesetzt. Der Begriff „Handarbeit" ist in diesem Kontext aber nicht als ein Garant für eine Leistung von besonders hoher Qualität zu verstehen, er spiegelt vielmehr den verzweifelten Versuch wider, den Mangel an Bestäubern durch eine zeit- und arbeitsaufwendige und noch dazu kostspielige, manuelle Tätigkeit zu kompensieren.

So zeigen die jüngst veröffentlichten Ergebnisse einer Literaturstudie zum Thema (Wurz 2021), dass

– in China oftmals deutlich zu wenige so genannte „Donator- oder Bestäuberbäume" in den Apfelplantagen stehen, da deren Früchte nur geringe Marktpreise erzielen. In der Folge wird von Hand bestäubt;

– sich aufgrund des Klimawandels das Verbreitungsgebiet der Holzbienenart, die für eine gute Bestäubung beim Anbau der Passionsfrucht in Zentralamerika sorgt, verschiebt. In der Folge wird von Hand bestäubt;

– beim Anbau von Vanille die Prachtbienen als Bestäuber fehlen. In der Folge wird von Hand bestäubt;

– bei der Kiwi, der Ölpalme, dem Zimtapfel und zahlreichen anderen Nutzpflanzen aus ähnlichen Gründen mittlerweile zumindest in Teilen ebenfalls auf Handbestäubung gesetzt wird.

Diese und weitere Probleme vor Augen hat der Weltrat für Biologische Vielfalt IPBES bereits in 2016 einen Bericht zum Thema „Bestäuber, Bestäubung und Nahrungsmittelproduktion" veröffentlicht. In einer „Zusammenfassung für Entscheider" werden neun Schlüsselbotschaften zum Wert von Bestäubern und der Bestäubung aufgelistet. Darin heißt es unter anderem (übersetzt und gekürzt, z. T. ergänzt):

– Die Bestäubung durch Tiere spielt eine entscheidende Rolle als eine regulierende Ökosystemdienstleistung in der Natur. Global gesehen hängen fast 90 % der blühenden Wildpflanzenarten mindestens zum Teil von der Pollenübertragung durch Tiere ab (Zoophilie). Diese Pflanzen sind entscheidend für den Fortbestand von Ökosystemen, die wiederum einer großen Zahl von Tier- und Pflanzenarten Nahrung, Lebensräume und andere Ressourcen bieten.

– Mehr als drei Viertel der global angebauten Hauptnahrungspflanzen hängen im Hinblick auf den Ertrag und/oder die Qualität zu einem gewissen Grad von der Bestäubung durch Tiere ab. Dabei machen bestäuberabhängige Nahrungspflanzen 35 % des globalen Produktionsvolumens aus.

– Es wird geschätzt, dass 5–8 % der aktuellen Nahrungspflanzenproduktion weltweit direkt von der Bestäubung durch Tiere abhängen. Dies entspricht einem jährlichen Marktwert von 235–577 Mrd. US-Dollar (2015).

– Bestäuber sind, jenseits der direkten Bereitstellung von Nahrungsmitteln, eine „Quelle vielfachen Nutzens" für den Menschen. Sie tragen direkt zur Herstellung von Medizin, Biokraftstoffen (z. B. Raps, Palmöl), Fasern (z. B. Baumwolle, Leinen), Baumaterial (Bauhölzer), Musikinstrumenten und dem Kunstgewerbe bei. Außerdem ermöglichen sie Freizeitaktivitäten und sind eine Inspirationsquelle für Kunst, Musik, Literatur, Religion, Traditionen, Technologie und Bildung.

– Die große Mehrheit der bestäubenden Arten sind dabei Wildtiere. Dazu zählen zahlreiche Fliegenarten (Diptera), Tagfalter und Motten (Lepidoptera), Wespen (Hyme-

Abb. 2. Pinselkäfer, *Trichius fasciatus*, auf Gemeiner Schafgarbe (*Achillea millefolium*). Die Individuen dieser Käferart sind aufgrund ihrer starken Behaarung hervorragende Bestäuber (Foto: A. Hamm).

noptera), Käfer (Coleoptera), Fransenflügler (Thysanoptera), Vögel (Aves), Fledermäuse (Mikrochiroptera) und andere Wirbeltiere (Abb. 2–3).

Abb. 3. C-Falter, *Polygonia c-album*, auf *Primula veris*. Die starke Körperbehaarung und der klebrige Saugrüssel tragen zur guten Bestäubung der Blüten bei (Foto: A. Hamm).

…Bienen…

Eine besondere Rolle bei der Bestäubung spielen aber die Bienen (Hymenoptera, Apiformes), die weltweit mit mehr als 17.000 beschriebenen Arten vertreten sind (Michener 2000: 61). Hochgerechnet gehen manche Autoren sogar von 20.000 (Hurd 1979) bzw. 30.000 (Gauld & Bolton 1988) Bienenarten weltweit aus. Die meisten Bienen sammeln für die Aufzucht ihrer Nachkommen Pollen und Nektar und haben dabei häufig eine enge Bindung an bestimmte Pflanzen, die auf eine gemeinsame Evolution zurückzuführen ist. Beispiele für enge Bindungen zwischen Bienen und Pflanzen sind die Lebensgemeinschaften von Hummeln (*Bombus*) (Abb. 5) und Orchideen (Orchidaceae) in Europa (Schiestl 1999), von bestimmten Sandbienenarten (Andrenidae) mit Petunien (Solanaceae) und Prachtbienen (Euglossinae) mit Orchideen in neotropischen Regenwäldern (Dodson 1975).

Abb. 4. Weibchen der spezialisierten Scherenbienen-Arten *Chelostoma rapunculi* und *Ch. campanularum* auf der Blüte einer Acker-Glockenblume, *Campanula rapuncoloides*. Anders als Hummeln oder Honigbienen sammeln diese solitären Wildbienen Pollen mit einer Bauchbürste (Foto: M. Schindler).

Zahlreiche Bienenarten haben sich dabei sogar auf bestimmte Trachtpflanzen bzw.

deren Blüten spezialisiert (Müller 1873). So gelten derzeit etwa 140 der in Deutschland vorkommenden Wildbienenarten (n ≈ 560) als oligolektisch (Kratochwil 2003, Westrich 1989). Oligolektische Bienen sammeln Pollen ausschließlich auf Pflanzen, die einer Familie oder einer Gattung angehören (Abb. 4). Bienen, die nur auf eine bestimmte Pflanzenart spezialisiert sind, werden als monolektisch bezeichnet. Der Reproduktionserfolg dieser spezialisierten Tiere ist damit stark von der ausreichenden Verfügbarkeit bestimmter Trachtpflanzen bzw. deren Pollen abhängig (Wcislo & Cane 1996).

Auch Knuth schrieb bereits 1898, dass 47 % aller blütenbesuchenden Insekten zur Ordnung der Hymenoptera – insbesondere den Bienen – gehören. Bienen sind somit für ca. 80 % der zoophilen Blütenpflanzen die wichtigsten Bestäuber und damit maßgeblich am Erhalt der Diversität der Blütenpflanzen terrestrischer Ökosysteme beteiligt (Harder & Thomson 1989; Lasalle & Gauld 1993). Aufgrund ihres überproportionalen Einflusses auf die gesamte Artenvielfalt, werden Bienen auch zu den so genannten „keystone species" gezählt (Kratochwil 2003).

Dieser Befund, ist aber nicht nur durch die mitunter sehr engen Bindungen der Bienen an bestimmte Trachtpflanzen zu erklären. Weitere Gründe sind auch ihre meist starke Körperbehaarung, ihr Verhalten in den Blüten und die Tatsache, dass sie zum überwiegenden Teil strikte Vegetarier sind und sich sowohl als Larve als auch Adulte ausschließlich von Pollen, Nektar und Drüsensekreten von Pflanzen ernähren und deshalb ihre Trachtpflanzen äußerst intensiv und häufig befliegen.

Ihre enorme Bedeutung wird weiter auch dadurch untermauert, dass mindestens 30 % der Nahrung des Menschen von bienenbestäubten Pflanzen stammen (Mc Gregor 1976). Auch eine große Zahl der Gewürz- oder Heilpflanzen, der Futter- oder Zierpflanzen wird von Bienen bestäubt. Bienen tragen damit wesentlich zur Ertragssteigerung bei vielen Kultur- und Nutzpflanzen bei (Corbet et al. 1991). Dies gilt aber keineswegs nur für die Honigbiene, denn bei vielen Kulturpflanzen wie z. B. Rotklee, Luzerne, Feldbohne und in besonderem Maße Tomate, sind Wildbienen weitaus bessere Bestäuber als Honigbienen (Monzon et al. 2004). Dem „Service" der Bestäubung durch Bienen, der durch Technik derzeit noch nicht ersetzt werden kann, kommt dadurch neben der ökologischen auch eine hohe ökonomische Bedeutung besonders in landwirtschaftlich geprägten Ökosystemen zu. So hat die Bestäubung durch Insekten, vornehmlich Bienen, laut einer von der EU geförderten Studie einen geschätzten Marktwert von jährlich 153 Milliarden Euro. In Deutschland liegt dieser Wert bei ca. 1,13 Mrd. Euro jährlich und entspricht damit ca. 2 % des Gesamtwerts der landwirtschaftlichen Produktion. (BfN Artenschutzreport 2015; BfN Agrarreport 2017 u. a.). Da es jedoch aufgrund des anhaltenden Rückgangs der Bestäuberinsekten, insbesondere der Wildbienen, zu einem „Bestäubungsdefizit" kommt, das nicht nur zur Verringerung der Wildpflanzendiversität, sondern auch der Erträge in der Landwirtschaft führt, ist diese Zahl rückläufig (Buchmann & Nabhan 1996; Allen et al. 1997; Kearns et al. 1998; Cane 2001). Die Diversität der Bestäuber und ein entsprechendes Bestäubermanagement insbesondere für Bienen sind damit nicht nur für den Erhalt natürlicher Ökosysteme, sondern auch für das Funktionieren der Agrar-Ökosysteme und damit zur Sicherung und auch Steigerung der Erträge im Rahmen landwirtschaftlicher Produktion von großer Bedeutung (Mantinger 1998).

Obwohl Bienen für das Funktionieren und den Erhalt der Ökosysteme so enorm wich-

tig sind und alle Bienenarten (Hymenoptera, Apidae) in Deutschland nach der Bundesartenschutzverordnung vom 19.12.1986 (BArtSchV) unter besonderem Schutz stehen, werden dennoch über die Hälfte der Bienen auf der Roten Liste der bedrohten Arten geführt.

Die fortschreitende Zerstörung und Fragmentierung strukturreicher, wärmebegünstigter Lebensräume aufgrund veränderter Landnutzung z. B. im Rahmen einer zunehmend industrialisierten Landwirtschaft, wird als ein Grund für den anhaltenden Rückgang der Wildbienendiversität angeführt (Drescher 1982; Westrich 1983, 1989; v. Hagen 1994; Saure 1997; Renner 1998; Steffan-Dewenter et al. 2000; Donaldson 2002). Hiervon betroffen sind sowohl die lokale Artenvielfalt, als auch die Größe einzelner Populationen, insbesondere anspruchsvoller, spezialisierter Arten (Kearns & Inouye 1997; Kearns et al. 1998; Buchmann & Ascher 2005). In diesem Zusammenhang gewinnen anthropogen entstandene, strukturreiche Sekundärstandorte wie ehemalige Kiesgrubengelände oder Steinbrüche als Ersatzlebensräume für Wildbienen in zunehmendem Maße an Bedeutung (Woike 1990; Kaule 1991; Plachter 1983; NABU 1993; Schindler 2000; Kratochwil 2003).

Als weiterer Grund für den Rückgang der Wildbienendiversität wird die Nahrungskonkurrenz durch die Honigbiene Apis mellifera L. (Hymenoptera, Apidae) nach wie vor kontrovers und leider auch nicht immer ganz emotionslos diskutiert. Um Pollen zu sammeln, nutzen Honigbienen überwiegend ergiebige Massentrachten, über deren Lage, Entfernung und Qualität sie Stockgenossinnen Informationen mittels ihrer Tanzsprache weitergeben (Seeley 1985). Wenn es sich hierbei um Pollenquellen handelt, die auch Wildbienen nutzen oder sie unter bestimmten Umständen auf diese ausweichen müssen, ist es zunächst nicht auszuschließen, dass es zur Nahrungskonkurrenz kommt (Corbet et al. 1984; Schaffer et al. 1979; Schaffer et al. 1983; Evertz 1993). Dies könnte insbesondere dann der Fall sein, wenn Honigbienen zum Nektarsammeln oder zur Bestäubung in Gebiete gebracht werden, in denen sie vorher nicht oder nur mit geringer Dichte vertreten waren (vgl. Roubik 1978, 1980, 1981, 1982; Pyke & Balzer 1985; Miller & Aplet 1993). Andere Autoren gehen hingegen davon aus, dass Honigbienen auch dann keinen negativen Einfluss auf die Wildbienenpopulationen haben, wenn sie deren Pollenquellen in hohem Maße nutzen (Dustmann 1986; Pechacker & Zeillinger 1994; Spessa 1999; Steffan-Dewenter & Tscharnke 2000).

Nach Paini (2004) werden aber viele Aussagen zur Konkurrenz zwischen Wild- und Honigbienen zu voreilig getroffen, da sie sich zu wenig auf quantitative Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen stützen. Er fordert daher konkrete Fragestellungen, deren Bearbeitung belastbare Ergebnisse liefert.

Aufgrund ihrer außerordentlichen Eignung als Bestäuber wundert es nicht, dass einige Bienenarten vom Menschen als „Nutztiere" gehalten werden. Hierzu zählen allen voran die Westliche Honigbiene (*Apis mellifera*) und auch die Östliche Honigbiene (Apis cerana). Aber auch einige Hummelarten, einige stachellose Bienen und Solitärbienen werden seit Jahren gezüchtet und zur Bestäubung von Nutzpflanzen sowohl im Freiland z. B. in Obstplantagen als auch im geschützten Anbau z. B. bei der Kultivierung von Tomaten oder Himbeeren eingesetzt.

Der wichtigste Bestäuber ist aber die Westliche Honigbiene *Apis mellifera*, da sie von allen Insekten am besten erforscht und mittlerweile nahezu weltweit verbreitet ist. Zudem lassen sich die Völker dieses Höhlenbrüters von Bienenhaltern nahezu an

Abb. 5. Dunkle Erdhummel, *Bombus terrestris*, auf einer Büschelschönblüte, *Phacelia tanacetifolia*, in einem Blühstreifen. Ihre Größe und Körperbehaarung machen Hummeln zu guten Bestäubern (Foto: T. Rosenau).

jeden Ort, an dem ein Mangel an Bestäubern herrscht, aufstellen. Insbesondere in halbnatürlichen oder stark anthropogen überformten Kulturlandlandschaften mit meist eher arten- und individuenarmen Bestäubergemeinschaften kann die Westliche Honigbiene so als eine Art „Ersatzbestäuber" eingesetzt werden und zur Sicherung der Erträge beitragen.

Obwohl eine Arbeiterin der Westlichen Honigbiene (*Apis mellifera*) durchschnittlich nur über ein Gewicht von etwas mehr als 80mg und eine Körperlänge von 11–13mm verfügt, ist sowohl das einzelne Individuum, insbesondere aber der Superorganismus Bienenvolk, auch „der Bien" genannt, zu enormen Leistungen befähigt. So werden zur Herstellung von einem 1 kg-Glas Honig 3–5 Millionen Blüten angeflogen und eine Flugstrecke von bis 240.000 km (= 6 Erdumrundungen) zurückgelegt. Folglich findet man die Beuten, wie die Bienenstöcke auch genannt werden, in unseren Breiten z. B. im Bereich von nahezu jeder Obstplantage (Seeley 1985).

…Obstplantagen…

Ob in Süddeutschland am Bodensee, in Sachsen, im Norden im Alten Land oder auch im Westen im Rheinland, bundesweit werden in den großen Obstbauregionen auf 7514 ha Baumobst und auf 2551 ha Beerenobst (ohne Erdbeeren) angebaut. Von diesen insgesamt über 10.000 ha erfolgen 85 % des Baumobst- und 64 % des Strauchbeerenanbaus unter kontrolliert-integrierten Produktions-bedingungen (IP-Anbau). In Deutschland werden laut Lebensmitteleinzelhandel und Erntemengenmeldungen – die Direktvermarktung und das Selbstpflücken finden hierbei keine Berücksichtigung – jährlich ca. 25 kg Äpfel pro Kopf konsumiert. Damit liegt der Apfel, was den Konsum angeht, auf Platz eins und

Abb. 6–7. Blick in eine Obstanlage während der Obstblüte (links) und außerhalb der Obstblüte (rechts) (Fotos: K. Mertsch).

auch beim Anbau vor Birne, Süßkirsche, Sauerkirsche, Pflaume und Mirabelle (Obstbaustatistik 2017).

Beim Blick in Obstanlagen stellt sich jedoch immer wieder die Frage nach dem Wert, den solche Anlagen als Lebensraum z. B. für Insekten aber auch andere Tiergruppen haben (Abb. 6–7). Handelt es sich doch um stark anthropogen überformte Landschaftselemente, die nur wenige Wochen während der Obstblüte über Nahrungsressourcen wie Pollen und Nektar in größerer Menge verfügen.

Daher wird in den großen Obstbauregionen Deutschlands die Vielfalt verschiedener Tierartengruppen sowohl im ökologischen als auch im integrierten Erwerbsobstanbau und auf Streuobstwiesen untersucht. Die Ergebnisse sollen u. a. dazu beitragen, Naturschutzziele zur Sicherung und Erhöhung der Biodiversität besser in den Produktionsablauf auf den Nutzflächen zu integrieren. Hierzu wurden eine Reihe von Maßnahmen, wie die Anlage von Blühstreifen, das Setzen von Ankerpflanzen oder die Ausbringung von Vogel- und Insektennistkästen, umgesetzt (Abb. 8–9).

Im Rahmen der Untersuchungen, die auf integriert wirtschaftenden Obstbaubetrieben im Rheinland durchgeführt wurden, konnten z. T. erstaunliche Ergebnisse erarbeitet werden:

Beispiel: Vögel, Aves

So wurden in einer Teiluntersuchung während einer Winter- und einer Brutvogelkartierung auf und im direkten Umfeld von Obstanlagen im Rheinland insgesamt 37 Vogelarten erfasst. Die meisten von ihnen sind typische Wald(rand)- und Gartenbewohner wie diverse Meisenarten oder die Wacholderdrossel, *Turdus pilaris* (Abb. 10). Einige von ihnen, wie z. B. das Rebhuhn (*Perdix perdix*), der Wiesenpieper (*Anthus pratensis*) und der Bluthänfling (*Linaria cannabina*, Syn.: *Carduelis cannabina*), sind aber auch typische Offenlandarten (Hoffmeister, P. 2019, unveröff.). Offensichtlich bietet die Strukturvielfalt des „Lebensraum Obstanlage“ Vogelarten mit ganz unterschiedlichen Ansprüchen die Möglichkeit zum Nahrungserwerb oder auch zur Anlage von Nestern (Abb. 11)

Abb. 8–9. Wildbienennisthilfe am Ende einer Baumreihe (links) und Blühstreifen am Rand einer Obstanlage (rechts) (Fotos: K. Thiemann).

Abb. 10–11. Wacholderdrosseln, *Turdus pilaris*, bei der Nahrungssuche (links) und ein Niederstamm als Vogelnistplatz (rechts) (Fotos: P. Stender).

Beispiel: Schwebfliegen (Syrphidae)

Der Blütenreichtum der Obstbäume selbst, aber auch des z. T. strukturreichen Umfeldes einiger Obstanlagen, lockte erwartungsgemäß auch zahlreiche Bienenarten an. So konnten neben der Honigbiene *Apis mellifera* insgesamt auch 71 der rund 350 in NRW heimischen Wildbienenarten nachgewiesen werden.

Die Blüten waren aber auch noch für ganz andere Blütenbesucher interessant, nämlich für Schwebfliegen (Syrphidae). Die Schwebfliegen bilden mit 6000 Arten weltweit und 463 in Deutschland eine große Familie innerhalb der Ordnung der Diptera, der die Fliegen und Mücken angehören. Schwebfliegen zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Flug scheinbar „auf der Stelle" stehen, ähnlich, wie es Hubschrauber vermögen. Dieser Fähigkeit verdanken sie auch den

Abb. 12–13. Die Honigbiene, *Apis mellifera*, bei der Arbeit in einer Obstblüte (links) und eine Blauschwarze Holzbiene, *Xylocopa violacea,* auf einer Mandelblüte, *Prunus dulcis* (Fotos J. Lorenz).

Abb. 14–15. Schwebfliegen fressen Pollen in den Blüten diverser Pflanzen. Links: Die Hainschwebfliege, *Episyrphus balteatus* (Foto: Rita Földesi). Rechts: Die Schlammschwebfliege, *Eristalis tenax* (Foto A. Urbanietz).

englischen Namen „Hoverflies". Die Obstanlagen im Rheinland nutzten midestens 41 Schwebfliegenarten aus den Kescherfängen der Jahre 2018 bis 2020 (NRW: 291) als Lebensraum (Veröffentlichung in Vorbereitung; bestimmt nach Ssymank et al. 2011 und Freundt et al. 2005).

Da die Individuen vieler Schwebfliegenarten z.T. stark behaart sind, fungieren sie bei ihren Blütenbesucher auch als gute Bestäuber. Die Tatsache, dass viele Arten noch dazu weitverbreitet und mit großen Abundanzen auftreten, unterstreicht ihre Bedeutung als Bestäuber zusätzlich. So tritt die Schlammschwebfliege *Eristalis tenax* (Abb. 15) im ländlichen Raum oft massenhaft in der Nähe von Misthaufen auf. Ihre Larven, die sogenannten Rattenschwanzlarven, entwickeln sich nämlich bevorzugt in sauerstoffarmen, bakterienreichen, tümpelartigen Kleingewässern in denen sich zersetzende Pflanzenreste befinden. An ihrem hinteren Körperende befindet sich ein Atemrohr („Rattenschwanz"), das bis zu 4 cm Länge in Richtung der Gewässeroberfläche gestreckt werden kann. So können die Larven in flachen Bereichen am Gewässergrund filtrierend Nahrung aufnehmen und gleichzeitig atmen, ohne auftauchen zu müssen (Abb. 16). Aufgrund ihres äußeren Erscheinungsbildes, das dem der

Abb. 16. Rattenschwanzlarve von *Eristalis tenax* (Foto: www.zoonar.de).

Honigbienen ähnelt und Wehrhaftigkeit vortäuscht (Mimikry, Abb. 15), werden sie auch „Mistbienen" genannt.

Obstanlagen werden aber auch von (Nutz-) Arthropoden bewohnt, die nicht zu den Blütenbesuchern gehören und daher auch nicht als Bestäuber in Frage kommen und auch weniger auffallen. Hierzu zählen unter anderem die Spinnen und Laufkäfer, die aufgrund ihrer räuberischen Lebensweise eine regulierende ökosystemare Funktion übernehmen.

Beispiel: Laufkäfer (Carabidae)

Laufkäfer (Carabidae) sind eine Familie innerhalb der Käfer (Coleoptera) und weltweit auf allen Kontinenten, mit Ausnahme der Antarktis, mit insgesamt ca. 37.500 beschriebenen Arten vertreten (Lorenz 2015). Laufkäfer gehören zu den Adephaga, d. h. sowohl die Larven als auch die Imagines dieser Käfer leben räuberisch. Von den über 550 Laufkäferarten in Deutschland konnten in NRW bisher 368 Arten nachgewiesen werden, von denen 130 als „Vom Aussterben bedroht", „Stark gefährdet" oder „Gefährdet" in der Roten Liste NRW (2011) geführt werden (Schmidt et al. 2016; Hannig & Kaiser 2011).

Laufkäfer treten aufgrund ihrer räuberischen Lebensweise in ihren Lebensräumen als Regulatoren der Populationen z. B. anderer Insekten auf und spielen deshalb oft eine wichtige Rolle als Antagonisten von Schädlingen in der Landwirtschaft. So gehören Schnecken und ihre Gelege, Drahtwürmer und andere Käferlarven, Raupen und auch Kartoffelkäfer, um nur einige zu nennen, zu ihrer Nahrung (Trautner et al. 2017).

Im Rahmen der oben genannten Untersuchungen wurden in den Jahren 2017 bis 2020 insgesamt 2806 Laufkäferindividuen mit Hilfe von Bodenfallen nach Barber gefangen, die 74 Arten zugeordnet werden konnten (Abb. 17). Insgesamt werden 14 dieser Arten mit Gefährdungsstatus auf der Roten Liste NRW (2011) geführt (Veröffentlichung in Vorbereitung).

Besonders erfreulich ist, dass mit der Art *Notiophilus quadripunctatus* ein Erstnachweis für NRW gelungen ist, der in der Roten Liste für Deutschland (2006) als „extrem selten" geführt wird (Abb. 18). Die Eilkäfer, wie die Arten der Gattung *Notiophilus* auch

Abb. 17–18. Links: Bodenfalle nach Barber. Das in den Boden eingelassenen Fanggefäß ist zur Hälfte mit einer Fangflüssigkeit gefüllt, die reinfallende Käfer tötet. Das „Dach" aus Plexiglas verhindert, dass die Fanggefäße bei Regenereignissen überlaufen (Foto: K. Thiemann). Rechts: *Notiophilus quadripunctatus* (Foto: E. Zimmermann).

Abb. 19. Der Kleine Bombardierkäfer, *Brachinus explodens* (Foto: www.stein-naturfoto.de).

genannt werden, sind in Mitteleuropa nur mit 8 Arten bzw. Unterarten vertreten. Es handelt sich hierbei um nur wenige Millimeter große Tiere, die auf Waldlichtungen oder Wiesen unter Moosen und Steinen eine eher versteckte Lebensweise haben (Trautner et al. 2017).

Ebenfalls interessant ist der mehrfache (n = 31) Fund des Kleinen Bombardierkäfers, *Brachinus explodens*, in den Obstanlagen (Abb. 19). Er wird in der Roten Liste NRW von 2006 als „Vom Aussterben bedroht" geführt und steht bundesweit auf der Vorwarnliste. Bombardierkäfer beeindrucken durch eine besondere Form der Verteidigung. Sie produzieren in Drüsen Hydrochinon und Wasserstoffperoxid. Beide Chemikalien lagern sie als eine Art Sekret in einer Sammelblase. Wenn sich nun ein Feind nähert, geben die Käfer beide Stoffe in eine Explosionskammer, in die im richtigen Augenblick auch die Enzyme Katalase und Peroxidase entlassen werden. Durch eine Katalyse kommt es nun zu einer Oxidation des Hydrochinons und einer Spaltung des Wasserstoffperoxids und in der Folge zu einer heftigen Reaktion. Dabei entsteht Wärme und hoher Druck, so dass dem Angreifer ein etwa 100 °C heißes Gasgemisch mit einem Knall als eine Art Wehrsekret entgegengeblasen wird (Schidknecht & Holoubeck 1961). Ein beeindruckendes Schauspiel, dem der Autor während seines Studiums als unwissender „Angreifer" im Rahmen einer zoologischen Exkursion zum

Abb. 20. Impressionen der Biodiversität in und um Obstanlagen (Fotos: K. Thiemann).

Neusiedlersee im Burgenland beiwohnen „durfte".

Auch wenn der Blick in Obstanlagen oftmals zunächst nichts „Gutes" in Sachen Biodiversität vermuten lässt, so zeigen die angeführten Ergebnisse doch deutlich, dass die Möglichkeit besteht, auch in stark vom Menschen veränderten Landschaftselementen wie integriert bewirtschafteten Obstanlagen und ihrem direkten Umfeld eine beachtliche Artenvielfalt nachzuweisen. Dieser Befund gilt natürlich nicht beliebig und soll auch keineswegs die Absolution dafür geben, in den Kulturlandschaften noch intensiver zu wirtschaften. Er soll vielmehr Hoffnung machen und zeigen, dass es sich einerseits immer lohnt, genauer hinzugucken, und dass auch in noch so naturfern anmutenden Umwelten durchaus ein enormes Potenzial stecken kann, das es durch gezielte, sinnhafte Maßnahmen zu fördern gilt. Um das zu erreichen, sind langfristig angelegte Projekte, die sich mit der Erforschung der Biodiversität insbesondere der Kulturlandschaften beschäftigen, zwingend notwendig.

Denn: „Es ist nie zu spät… "

Literatur

Allen, W.G., Peter, B., Bitner, R., Burquezs, A., Buchmann, S.L., Cane, J., Cox, P.A., Dalton, V., Feinsinger, P., Ingram, M., Inouye, D., Jones, E.E., Kennedy, K., Kevan, P., Koopowitz, H., Medellin, R., Medellin, M.S. & G.P. Nabhan (1997): The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. – Conservation Biology 12: 8–17.

BfN (2015): Artenschutz-Report 2015. Tiere und Pflanzen in Deutschland. – Bundesamt für Naturschutz (Bonn) 63 S.

BfN (2017): Agrar-Report 2017. Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft. – Bundesamt für Naturschutz (Bonn) 62 S.

Buchmann, S.L. & G.P. Nabhan (1996): The forgotton pollinators. – Island Press (Washington D.C.)

Buchmann, S.L. & J.S. Ascher (2005): The plight of pollinating bees. – Bee World 86: 71–74.

Cane, J.H. (2001): Habitat Fragmentation and Native Bees: A Premature Verdict? – Conservation Ecology 5 (1): 3.

Corbet, S.A., Kerslake, C.J.C., Brown, D. & N.E. Morland (1984): Can bees select nectar-rich flowers in a patch? – Journal of Apicultural Research 23 (4): 234–242.

Corbet, S.A., Williams, I.H. & J.L. Osborne (1991): Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. – Bee World 72: 47–59.

Dodson, C.H. (1975): Coevolution of orchids and bees. In: Gilbert, L.E. & P.H. Raven (eds): Coevolution of Animals and Plants, pp. 91–99. – University of Texas Press (Austin).

Donaldson, J., Nänni, I., Zachariades, C. & J. Kemper (2002): Effects of habitat fragmentation on pollinator diversity and plant reproduktive success in Renosterveld shrublands of South Africa. – Conservation Biology 16: 1267–1276.

Drescher, W. (1982): Die Eignung der Bienen als Bioindikatoren für Umweltbelastungen. – Decheniana, Beiheft 26: 171–177.

Dustmann, J.H. (1986): Bienenhaltung und Naturschutz. – Die Biene 12: 589–594.

Evertz, S. (1993): Untersuchungen zur interspezifischen Konkurrenz zwischen Honigbienen (*Apis mellifera* L.) und solitären Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). – Dissertation, Shaker-Verlag (Aachen).

Frankie, G.W., Vinson, S.B., Rizzardi, M.A., Griswold, T., O`Keefe, S. & R.R. Snelling (1997): Diversity and abundance of bees visiting a mass flowering tree species in disturbed seasonal dry forest, Costa Rica. – Journal of the Kansas Entomological Society 70: 281–296.

Freundt, R., Ssymanck, A. & K. Standfuss (2005): Schwebfliegen in Nordrhein-Westfalen (Diptera: Syrphidae). Checkliste der seit 1880 nachgewiesenen Arten. – Mitteilungen der AG westfälischer Entomologen 21 (Beiheft 11): 1–18.

Gauld, I. & B. Bolton (1988): The Hymenoptera. – British Museum (Natural History), Oxford University Press, 332 S.

Hagen, E. von (1994): Hummeln bestimmen, ansiedeln, vermehren, schützen. – Naturbuch-Verlag (Augsburg).

Hannig, K. & M. Kaiser (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer – Carabidae – in Nordrhein-Westfalen. – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.), 2. Fassung. Stand Oktober 2011.

Harder, L.D. & J.D. Thomson (1989): Evolutionary options for maximizing pollen dispersal of ani-

mal-pollinated plants. – American Naturalist 133 (3): 323–344 (97, 117, 149).

Hoffmeister, P. (2019): Erfassung der Avifauna im integrierten Obstbau und Beurteilung ihrer ökosystemaren Bedeutung. – Masterarbeit, unveröffentlicht.

Hurd, P.D. (1979): Superfamily Apoidea. In: Krombein, K.V., Hurd, P.D., Smith, D.R. & B.D. Burks (eds): Catalog of Hymenoptera in America north of Mexico 2: 1741–2209. – Smithonian Institution Press (Washington).

IPBES (2016): The assessment report on Pollinators, Pollination and Food Production – Summary for Policymakers. – Kuala Lumpur, Malaysia.

Kandarr, J., Jorzik, O. Klinghammer, P. & D. Spreen (2020): Biodiversität im Meer und an Land. Vom Wert biologischer Vielfalt. – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Potsdam, S. 9–13.

Kaule, G. (1991): Arten und Biotopschutz. 2. Auflage. – Ulmer (Stuttgart).

Kearns, C.A. & D.W. Inouye (1997): Pollinator, flowering plants and conservation biology. Much remains to be learned about pollinators and plants. – Bioscience 47: 297–306.

Kearns, C.A., Inouye, D.W. & N.M. Waser (1998): Endangered mutualism: The conservation of plant-pollinator interactions. – Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 29: 83–112.

Kevan, P.G., Creco, C.F. & S. Belaoussoff (1997): Log-normality of biodiversity and abundance in diagnosis and measuring of ecosystemic health: Pesticide stress on pollinators on blueberry heaths. – Journal of Applied Ecology 34: 1122–1136.

Kevan, P.G. (1999): Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity. – Agriculture, Ecosystems & Environment 74: 373–393.

Kratochwil, A. (2003): Bees (Hymenoptera: Apoidea) as key-stone-species: specifics of resource and requisite utilisation in different habitat types. – Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 15: 59–77.

Lasalle, J. & I.D. Gauld (1993): Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. – C A B International (Wallingford), 348 S.

Lorenz, W. (2015): CarabCat: Global database of ground beetles (version Sep 2013). – Species 2000 & ITIS Catalogue of Life. Digital resource [available on www.catalogueoflife.org/col].

Mc Gregor, S.E. (1976): Insect pollination of cultivated crop plants. – US Department of Agriculture.

Mantinger, H. (1998): Die Biene im Dienste des Obstbaues – volkswirtschaftlicher Nutzen. Vortrag am 80. Kongress deutschsprachiger Imker 14.–16. Aug. 1998, Luzern.

Michener, C.D. (2000): The bees of the world. – The Johns Hopkins University Press (Baltimore), 913 S.

Miller, M. & G. Aplet (1993): Biological control: a little knowledge is a dangerous thing. – Rutgers Law Review 45: 285–334.

Monzon, V.H., Bosch, J. & J. Retana (2004): Foraging behaviour and pollinating effctiveness of *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on "Comice" pear. – Apidologie 35: 575–585.

Müller, H. (1873): Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. – Wilhelm Engelmann (Leipzig).

Müller, A., Diener, S., Schnyder, S., Stutz, K., Sedivy, C. & S. Dorn (2006): Quantitative pollen requirements of solitary bees: Implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. – Biological Conservation 130: 604–615.

NABU (Hrsg.) (1993): Kiesgruben und Steinbrüche–Paradiese, Oasen oder Wüsten. – Landesverband Baden-Württemberg (Kornwestheim), 24 S.

Obstbaustatistik (2017): https://de.statista.com/statistik/daten/studie/378226/umfrage/anbauflaeche-von-obst-im-oekologischen-landbau-in-deutschland-nach-art/Datenfür 2017

Paini, D.R. (2004): Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. – Austrial Biology 29: 399–407.

Pechacker, H. & C. Zeillinger (1994): Competition between honeybees and solitary bees. – Apidologie 25: 492–3.

Plachter, H. (1983): Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 56, München, 109 S.

Pyke, G.H. & L. Balzer (1985): The effects of the introduced honeybee (*Apis mellifera*) on Australian native bees : a report prepared for NSW National Parks and Wildlife Service. – Occasional paper no. 7, National Parks and Wildlife Service (New South Wales).

Renner, S.S. (1998): Effects of habitat fragmentation on plant pollinator interactions in the tropics. In: Newbery, D.M., Prins, H.H.T. & N. Brown (eds): Dynamics of tropical communities. – Blackwell Science (Oxford, UK), S. 339–360.

Roubik, D.W. (1978): Competitive interactions between Neotropical pollinators and Africanized honey bees. – Science 201: 1030–1032.

Roubik, D.W. (1980): Foraging behaviour of competing Africanized honeybees and stingless bees. – Ecology 61: 836–845.

Roubik, D.W. (1981): Comparative foraging behaviour in *Apis mellifera* and *Trigona corvine* (Hymenoptera: Apidae) on Baltimora recta (Compositae). – Revista de Biología Tropical 29: 177–183.

Roubik, D.W. (1982): Ecological impact of Africanized honey bees on native neotropical pollinators. In: Jaisson, P. (ed.): Social insects in the tropics. – Presses de l´Université Paris Nord 1: 233–249.

Saure, C. (1997): Bienen, Wespen und Ameisen (Insecta: Hymenoptera) im Großraum Berlin. Verbreitung, Gefährdung und Lebensräume – Beitrag zur Ökologie einer Großstadt. – Berliner Naturschutzblätter 41: 5–90.

Schaffer, W.M., Jensen, D.B., Hobbs, D.E., Gurevitch, J., Todd, J.R. & M.V. Schaffer (1979): Competition, foraging energetics and the cost of sociality in three species of bee. – Ecology 60: 976–987.

Schaffer, W.M., Zeh, D.W., Buchmann, S.L., Kleinhaus, S., Schaffer, M.V. & J. Antrim (1983): Competition for nectar between introduced honeybees and native North American bees and ants. – Ecology 64: 564–577.

Schindler, M., Frankenberg, A., Krawinkel, J., Mauss, V. Michalski, R. & D. Wittmann (2000): Löß- und Sandsteilwände als Nisthabitat für Solitäre Bienen- und Wespenarten (Hymenoptera: Aculeata): Artenvergesellschaftung und Besiedlungsfaktoren. – Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 12: 371–374.

Schiestl, F.P., Ayasse, M., Paulus, H.F., Löfstedt, C., Hansson, B.S., Ibarra, F. & W. Francke (1999): Orchid pollination by sexual swindle. – Nature 399: 421–422.

Schmidt, J., Trautner, J. & G. Müller-Motzfeld (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. In: Gruttke, H., Balzer, S., Binot-Hafke, M., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & M. Ries (Bearb.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Bd. 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4): 139–204, Bundesamt für Naturschutz (Bonn).

Seeley, T.D. (1985): Honeybee Ecology: A Study of Adaptation in social life. – Princeton University Press (New Jersey).

Spessa, A. (1999): Behavioural and population ecology of an Australian native bee, *Amphylaeus morosus* (Colletidae, Hylaeinae). – PhD Thesis, Australian National University, Canberra, Australian Capital Territory, Australia.

Ssymank, A. & D. Doczal (1998): Rote Liste der Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) (Bearbeitungsstand: 1998). In: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands – Bundesamt für Naturschutz (ed.). – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 65–72.

Ssymank, A., Doczal, D., Rennwald, K. & F. Dziock (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) Deutschlands. In: Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttke, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & M. Strauch (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3): 13–83. Landwirtschaftsverlag (Münster).

Steffan–Dewenter, I. & T. Tscharnke (2000): Ressource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. – Oecologia 122: 288–96.

Trautner, J. (Hrsg.) (2017): Die Laufkäfer Baden-Württembergs, Band 1–2. – Ulmer (Stuttgart).

Wcislo, W.T. & H. J. Cane (1996): Floral resource utilisation by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. – Annual Review of Entomology 41: 257–286.

Westrich, P. (1983): Wildbienen. Ökologische Bedeutung, Gefährdung, Schutz. – Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Badem-Württemberg 55/56 (1982): 9–12.

Westrich, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. Allgemeiner Teil (I) und Spezieller Teil (II). – Ulmer (Stuttgart).

Woike, M. (1990): Naturschutz und Steinbrüche: Anspruch und Wirklichkeit. In: Landesgemeinschaft Naturschutz und Umwelt NW (Hrsg.). – Berichte der Arnsberger Umweltgespräche 2: 57–60.

Wurz, A. (2021): Bestäubung per Hand. – Deutsches Bienenjournal 29: 11.

Andreé Hamm, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES), Agrarökologie & Organischer Landbau (AOL), Universität Bonn, Auf dem Hügel 6, D-53121 Bonn;
E-Mail: a.hamm@uni-bonn.de