



Positionspapier Zur Honigbienenhaltung in Naturschutzgebieten

Position paper On beekeeping in Nature Reserves

Hans Richard Schwenninger, Ronald Burger, Olaf Diestelhorst, Christoph Saure, Erwin Scheuchl, Noel Silló, Karin Wolf-Schwenninger

Kompetenzzentrum Wildbienen gemeinnützige Gesellschaft mbH, Erfurter Str. 7., 67433 Neustadt/Weinstraße,
info@wildbienenzentrum.de

Zusammenfassung

Wildbienen sind essenzielle Bestäuber von Wild- und Kulturpflanzen. In den letzten Jahren haben sie, genau wie viele andere blütenbesuchende Insekten, starke Bestandsrückgänge, insbesondere in unserer Kulturlandschaft, erfahren. In Zeiten des Artenschwundes sind Naturschutzgebiete von besonderer Bedeutung. Wildbienen dienen sie zumeist als letzte Rückzugsorte in der intensiv genutzten Kulturlandschaft, an denen noch eine ausreichende Lebensgrundlage gegeben ist. Dennoch wird immer wieder die Frage aufgeworfen, ob Honigbienenhaltung in Naturschutzgebieten toleriert werden sollte. Aus diesem Anlass hat das Kompetenzzentrum Wildbienen ein Positionspapier erstellt, das die Belange des Wildbienenschutzes aufzeigt und einen Beitrag dazu leisten soll, diese Thematik besser zu verstehen und einordnen zu können.

Abstract

Wild bees are essential pollinators of wild and cultivated plants. In recent years, like many other flower-visiting insects, they have undergone significant population declines, especially in our cultivated landscape. In times of species loss, nature reserves are of particular importance. For wild bees, they usually serve as the last refuges within the intensively used cultural landscape, still providing sufficient habitats. Nevertheless, the question of whether honeybee keeping should be tolerated in nature reserves is repeatedly raised. On this occasion, the Wild Bee Competence Center has prepared a position paper that highlights the concerns of wild bee conservation and is intended to contribute to a better understanding and contextualising of this issue.

Einleitung

Naturschutzgebiete „sind rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, in denen ein besonderer Schutz von Natur und Landschaft in ihrer Ganzheit oder in einzelnen Teilen erforderlich ist“ (BNatSchG 2024: § 23) und die unter anderem „zur Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung von Lebensstätten, Biotopen oder Lebensge-

meinschaften wild lebender Tier- und Pflanzenarten“ (BNatSchG 2024: § 23) ausgewiesen werden. Sie dienen damit in erster Linie dem Erhalt der biologischen Vielfalt. „Alle Handlungen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebiets oder seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können, sind nach Maßgabe näherer Bestimmungen verboten“ (BNatSchG 2024: § 23).

Speziell in Agrarlandschaften führten Lebensraumverlust und -fragmentierung zu einer Reduktion der Strukturvielfalt, die vor allem in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts zum vermehrten Rückgang von Entwicklungshabitaten und Blütenressourcen für Insekten geführt hat (TSCHARNTKE et al. 2005; BOMMARCO et al. 2013; BAUDE et al. 2016). Insbesondere für Bienen bietet die heutige Kulturlandschaft überwiegend nur unzureichende Pollen- und Nektarquellen. Daher werden Honigbienenstöcke häufig in naturnahe Flächen und Naturschutzgebiete verbracht, die zumeist mit Finanzmitteln der öffentlichen Hand erhalten und gepflegt werden und in denen noch ein adäquates Blütenangebot vorhanden ist. Der Wildbienenenschutz hat jedoch in Naturschutzgebieten eine hohe Priorität, deshalb werden von den Naturschutzbehörden Honigbienenbeuten innerhalb von Naturschutzgebieten i. d. R. nur toleriert, wenn diese bereits vor Ausweisung des Schutzgebiets vorhanden waren. Unsere Praxiserfahrung zeigt jedoch, dass nahezu kein Naturschutzgebiet bekannt ist, in welchem keine bewirtschafteten Honigbienenstöcke existieren. Zur Diskussion, ob Honigbienen in Naturschutzgebieten in Konkurrenz zu Wildbienen stehen und deren Entwick-

lung negativ beeinflussen, soll das vorliegende Positionspapier einen Beitrag leisten.

Gesetzlicher Artenschutz

Wildbienen

In Deutschland gelten seit 1984 die europaweit umfassendsten gesetzlichen Regelungen zum Schutz von Wildbienen. So sind laut BARTSCHV Abschnitt 1, § 1 alle wildlebenden Bienen besonders geschützt (BARTSCHV 2009). Ebenso ist es laut BNATSCHG, § 44 gesetzlich verboten, „wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören“ (Tötungsverbot) (BNATSCHG 2024: § 44). Ebenso ist verboten, die „Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören“ (Zugriffsverbote) (BNATSCHG 2024: § 44).

Im Gegensatz zu den europaweit (FFH Anhang IV) bzw. deutschlandweit streng geschützten Tierarten ist für Wildbienen keine artenschutzrechtliche Prüfung bei



Abbildung 1 Die Filzbindige Seidenbiene (*Colletes fodiens*) ist auf den Pollen von Korbblütlern (Asteraceae) spezialisiert, da ihre Larven nur diesen Pollen verdauen können. Hier sammelt sie Pollen auf dem Rainfarn (*Tanacetum vulgare*). Foto: RONALD BURGER.

Vorhaben nach § 44 Abs. 1 und 5 BNATSchG erforderlich, sondern diese werden nur nachrangig im Rahmen der Eingriffsregelung abgehandelt (MATTHÄUS et al. 2012). Dies bedeutet, dass für Wildbienen vorkommen keine vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen umgesetzt werden, welche eine kontinuierliche ökologische Funktionalität („continuous ecological functionality“) gewährleisten könnten.

Status der Honigbiene

Die ursprüngliche Wildform der Europäischen Honigbiene, die Dunkle Honigbiene (*Apis mellifera mellifera* LINNAEUS, 1758), ist heutzutage durch die Einfuhr und den Austausch von Königinnen anderer *Apis mellifera*-Unterarten stark hybridisiert (HASSETT et al. 2018). Auch die in den wenigen Gebieten in Europa noch existierenden genetisch reinen Populationen von *A. m. mellifera* (HASSETT et al. 2018; NIELSDATTER et al. 2021) sind nicht wild lebend, sondern unterliegen der imkereilichen Nutzung. In Deutschland ist die wild vorkommende Dunkle Honigbiene seit spätestens 1700 ausgestorben (BV DUNKLE BIENE 2018) und in der heutigen Imkerei weitestgehend durch *Apis mellifera carnica* POLLMANN, 1879 ersetzt (DIB 2017; HASSETT et al. 2018). Honigbienenhaltung stellt daher primär eine landwirtschaftliche Nutzungsform und keine Naturschutzmaßnahme (GELDMANN & GONZÁLEZ-VARO 2018) dar, weshalb das Nutztier Honigbiene naturschutzrechtlich auch nicht geschützt ist. Ebenso stellt die Bestäubung durch Honigbienen keine Ökosystemdienstleistung in ihrem ursprünglichen Sinne dar, da sie durch domestizierte und nicht durch wildlebende Organismen erbracht wird (GELDMANN & GONZÁLEZ-VARO 2018).

Bestäuberfunktion von Wild- und Honigbiene

Rund 88 % aller Blütenpflanzen und in etwa 75 % der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen sind zumindest teilweise auf die Bestäubung durch Insekten angewiesen (KLEIN et al. 2007; OLLERTON et al. 2011). Innerhalb der Klasse der Insekten bestäuben zwar auch Fliegen, Wespen, Käfer und Schmetterlinge, jedoch sind Bienen (Anthophila) die wichtigsten Bestäuber (IPBES 2016; RADER et al. 2016). Weltweit existieren über 20.000 Bienenarten, davon sind 605 aus Deutschland nachgewiesen (ASCHER & PICKERING 2020; SCHEUCHL et al. 2023).

Wildbienen als Bestäuber

Neben der Honigbiene *Apis mellifera* kommen in Deutschland 604 Wildbienenarten vor (SCHEUCHL et al. 2023). Die Mehrheit von ihnen lebt solitär und nistet unterirdisch, wobei eine Vielzahl unterschiedlicher Nistweisen bekannt ist (WESTRICH 2018). Bis auf wenige Ausnahmen (POTTS et al. 2016; CANE 2023) können Wildbienen nicht gezielt vermehrt und zur Bestäubung eingesetzt werden wie Honigbienen. Wildbienen lassen sich jedoch durch Verbesserungen des Struktur- und Blütenreichtums in der Kulturlandschaft fördern (SUTTER et al. 2017; VENTURINI et al. 2017; ALBRECHT et al. 2021; GANSER et al. 2021).

Fast ein Viertel (23 %) der 604 derzeit in Deutschland bekannten Wildbienenarten (SCHEUCHL et al. 2023) sind oligolektisch (Abb. 1-3, 5, 6), d.h. sie sammeln ausschließlich den Pollen einer Pflanzenart oder nah verwandter Arten einer Pflanzengattung oder -familie (WESTRICH 2018), dessen Proteine für die Entwicklung ihrer Larven essenziell sind. Durch Anpassungen ihrer Morphologie (Abb. 2), ihrer Physiologie und ihres Sammelverhaltes sind sie auf diese Pflanzen spezialisiert (WESTRICH 2018). Einige Wildbienenarten weisen so eine von Honigbienen unerreichte hohe Effizienz in der Bestäubung auf (WESTERKAMP 1991; HUNG et al. 2018; PAGE et al. 2021; Abb. 3). Für viele Wild- und Kulturpflanzen sind Wildbienen daher unersetzliche Bestäuber (GARIBALDI et al. 2013), und viele Pflanzenarten werden nur durch Wildbienen ausreichend bestäubt (GARIBALDI et al. 2013; HOEHN et al. 2008). So wurden beispielsweise bei einer Untersuchung von 80 globalen Pflanzen-Bestäuber-Interaktionsnetzwerken bzw. 34 Pflanzenarten aus natürlichen Lebensräumen außerhalb von Gebieten, die für intensive Honigbienenhaltung bekannt sind, bei 33 % bzw. bei 49 % nie ein Besuch von *A. mellifera* beobachtet (HUNG et al. 2018). Wildbienen können bei Bedingungen bestäuben, bei denen Honigbienen nicht effizient sind (BRITTAİN et al. 2013a, 2013b) und könnten negative Auswirkungen des Klimawandels auf die Bestäubung durch Honigbienen abschwächen (RADER et al. 2013). Sie sind in der Lage, die Bestäubung von Kulturpflanzen durch Honigbienen je nach Kontext sowohl zu ersetzen (GARIBALDI et al. 2013; MALLINGER & GRATTON 2015), zu ergänzen (GARIBALDI et al. 2013) oder zu erhöhen (GREENLEAF & KREMEN 2006; BRITTAİN et al. 2013b). In Anbetracht



Abbildung 2 Die Frühe Ziest-Schlüßbiene (*Rophites algi-rus*) sammelt ausschließlich Pollen von kleinblütigen Lippenblütlern. Bei der Pollenernte an ihrer Hauptnahrungsquelle, dem Aufrechten Ziest (*Stachys recta*), hilft ihr eine morphologische Anpassung: spezielle Borsten an der Stirn, an denen der Pollen haften bleibt.
Foto: HANS R. SCHWENNINGER.

zunehmenden Drucks auf Honigbienen durch Stressoren wie der Varroamilbe (*Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN, 2000) (DAHLE 2010; NEUMANN & CARRECK 2010; DAINAT et al. 2012; GREGORC & SAMPSON 2019), des Beutenkäfers (*Aethina tumida* MURRAY, 1867) (NEUMANN & ELLIS 2008; CUTHBERTSON et al. 2013) und der Asiatischen Hornisse (*Vespa velutina nigrithorax* BUYSSON, 1905) (MONCEAU et al. 2014; LAURINO et al. 2019), ist ein Verlassen auf die Honigbiene als einzigen Bestäuber sehr riskant (GOULSON 2003a; KREMEN 2008; KLEIN et al. 2012) und schlicht fahrlässig. Wildbienen sorgen so für die Sicherstellung der Bestäubung und sind somit essenziell für den Erhalt der Vielfalt unserer heimischen Pflanzenarten auch als Lebensgrundlage vieler Tierarten. Sie leisten daher einen unersetzlichen Beitrag für die Funktion, die Integrität und den Zusammenhalt unserer Ökosysteme, weshalb Wildbienen als Schlüsselarten gelten (KRATOCHWIL 2003).

Die Honigbiene als Bestäuber

Die Europäische Honigbiene (*Apis mellifera* LINNAEUS, 1758) ist eine der 605 in Deutschland nachgewiesenen Bienenarten. Sie ist ein generalistischer Bestäuber, der

vom Menschen domestiziert wurde und so gezielt und in großen Mengen zur Bestäubung eingesetzt werden kann (FRISCH 1964; SÁEZ et al. 2020). Als weltweit häufigste Bestäuberart für landwirtschaftliche Nutzpflanzen (GARIBALDI et al. 2013) liefert die Honigbiene ungefähr den gleichen wirtschaftlichen Nutzen wie Wildbienen (KLEIJN et al. 2015; HUNG et al. 2018), auch wenn sie manche Pflanzen weniger effizient bestäubt als Wildbienen (KLEIN et al. 2007; GARIBALDI et al. 2013; HUNG et al. 2018). Zwei wesentliche Faktoren, die zur Effizienz von Bestäubern führen, sind ihre Effektivität pro Blütenbesuch und ihre Besuchshäufigkeit (RADER et al. 2009; NE'EMAN et al. 2010). Während die Bestäubungsleistung vieler Wildbienenarten durch ihre hohe Bestäubungseffektivität pro Blütenbesuch definiert ist, tragen Honigbienen durch ihre im Vergleich zu einzelnen Wildbienenarten meist höheren Abundanzen maßgeblich zur Bestäubung bei (RADER et al. 2009; BOMMARCO et al. 2021; FÖLDESI et al. 2021). So zeigten sich Honigbienen pro Blütenbesuch weniger effizient als der Durchschnitt der übrigen Bienenbestäuber (HUNG et al. 2018; PAGE et al. 2021). Über die Rolle der Honigbiene in natürlichen Lebensräumen ist weit weniger bekannt als in Pflanzenkulturen, jedoch

scheint sie trotz beträchtlicher lokaler Unterschiede auch dort der häufigste Blütenbesucher zu sein (HUNG et al. 2018). Hierbei ist anzumerken, dass die domestizierte Honigbiene aufgrund ihrer gezielten Vermehrung auch massenhaft in natürliche Habitats eindringen kann.

Honigbienen besitzen eine eusoziale Lebensweise und teilen die Futtersuche in verschiedene Aufgabengruppen ein (FRISCH 1964; ABOU-SHAARA 2014; LEMANSKI et al. 2019). Sie sind über die sogenannte „Tanzsprache“ in der Lage, sich gegenseitig die Position und Entfernung attraktiver Nahrungsquellen in der Umgebung zu kommunizieren (FRISCH 1964; VISSCHER & SEELEY 1982). Die Menge an Honigbienen an einer Nahrungsquelle spiegelt so nicht zwingend die Menge an vorhandenen Honigbienen in der Landschaft wider, sondern ebenso die relative Attraktivität dieser Ressource für Honigbienen (FORUP & MEMMOTT 2005; JEAVONS et al. 2020). Es ist bekannt, dass bei gleichzeitiger Blüte von massenhaft angebauten Nutzpflanzen und naturnahen Lebensräumen die Mehrheit der Honigbienen-Sammlerinnen die Massentrachten bevorzugt, während Wildbienen eher in naturnahen Lebensräumen sammeln (ROLLIN et al. 2013; HERRERA 2020). Es ist ebenso bekannt, dass (1) Honigbienen neben Massentrachten auch Pflanzen in natürlichen

Habitats besammeln (GARBUZOV et al. 2015; HOLZSCHUH et al. 2016), (2) eine Erhöhung der Massentrachten in einer Landschaft auch zu einer Erhöhung der Honigbienen-Sammlerinnen in natürlichen Habitats zu führen scheint (HOLZSCHUH et al. 2016) und (3) Honigbienen ihren Sammelradius mit abnehmender Nahrungsvielfalt in der Landschaft erweitern (DANNER et al. 2017), wohl, um die Zusammensetzung ihrer Ernährung zu verbessern (REQUIER et al. 2015). Außerhalb von Blühperioden der Massentrachten nutzen Honigbienen jedoch hauptsächlich Futterquellen in natürlichen Habitats und auch solche, die sonst weniger attraktiv für sie sind (GOULSON 2003a; REQUIER et al. 2015; GESLIN et al. 2017; LÁZARO et al. 2021; GESLIN et al. 2022). Daher werden Honigbienen-völker im Sommer, wenn die Acker- und Obstbauflächen blütenarm sind, oftmals in extensives Grünland verbracht.

Insektensterben

Einhgehend mit der Intensivierung der Landwirtschaft kommt es zum Verlust und zur Fragmentierung von Lebensräumen, sowie zur Belastung durch synthetische Pestizide und Düngemittel (HABEL et al. 2019; SÁNCHEZ-



Abbildung 3 Die oligolektische Luzerne-Sägehornbiene (*Melitta leporina*) ist ein effektiver Bestäuber von Luzerne (*Medicago sativa* agg.). Honigbienen jedoch besuchen nur ungerne Blüten der Luzerne, um den Schnellmechanismus der Blüten, bei dem die Staubblätter auf den Kopf geschlagen werden, zu vermeiden.

Foto: RONALD BURGER.

BAYO & WYCKHUYS 2019). In Kombination mit der zunehmenden Urbanisierung, den Folgen des Klimawandels sowie der Verbreitung von Krankheitserregern und eingeschleppten Arten werden diese Faktoren als Haupttreiber für den derzeit beobachteten weltweiten Rückgang von Insekten angesehen (HABEL et al. 2019; SÁNCHEZ-BAYO & WYCKHUYS 2019). So wurde in Deutschland ein Rückgang von über 75% der Biomasse von Fluginsekten in Naturschutzgebieten innerhalb der letzten drei Jahrzehnte beobachtet (HALLMANN et al. 2017), und es bestehen weiterhin starke Anzeichen für Rückgänge von Landinsekten (VAN KLINK et al. 2020).

Insbesondere der Verlust von Blütenressourcen ist ein Schlüsselfaktor des beobachteten Rückgangs von Wildbienen (BIESMEIJER et al. 2006; KLEIJN & RAEMAKERS 2008; POTTS et al. 2010; ROULSTON & GOODELL 2011; VANBERGEN & THE INSECT POLLINATORS INITIATIVE 2013; SCHEPER et al. 2015; BAUDE et al. 2016; IPBES 2016). Zusammen mit dem Verschwinden von Bestäubern nehmen auch die von ihnen bestäubten Pflanzenarten ab (BIESMEIJER et al. 2006; PAUW & HAWKINS 2011; BURKLE et al. 2013; BAUDE et al. 2016). Zwischenzeitlich gehen nicht nur die Artenzahlen, sondern auch die Populationsgrößen bislang häufiger und weit verbreiteter Wildbienenarten dramatisch zurück, wie Erfahrungen in Süddeutschland zeigen (SCHWENNINGER & SCHEUCHL 2016; TIEFENTHALER & FRANK 2023; sowie eigene, noch nicht publizierte Daten). Nur etwa 37 % der 557 in der aktuellen Roten Liste Deutschland bewerteten Bienenarten sind ungefährdet (WESTRICH et al. 2011). Wildbienen, die nicht wie Honigbienen unter der Obhut von Menschen stehen, sind einer Vielzahl unterschiedlicher Stressoren ausgesetzt, die einen enormen Druck auf sie ausüben. Durch Honigbienenhaltung kommen als zusätzliche Stressfaktoren die Konkurrenz um die ohnehin drastisch eingeschränkten Blütenressourcen sowie die Übertragung von Krankheiten an gemeinsam genutzten Nahrungsquellen hinzu.

Konkurrenz um Blütenressourcen

Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass Arten, die dieselben Ressourcen in ähnlicher Weise nutzen, miteinander um diese Ressourcen konkurrieren (JEAVONS et al. 2020). Entscheidend für die Ausprägung dieser

Konkurrenzsituation sind dabei die Quantität und Qualität der zur Verfügung stehenden Ressource sowie die Anzahl und das Verhalten der Konkurrenten. Man unterscheidet generell zwischen der direkten Konkurrenz, bei der ein Individuum durch die Anwesenheit oder das Verhalten anderer Individuen von einer bestimmten Aktivität wie zum Beispiel von der Futtersuche abgehalten wird (Interferenzwettbewerb), und der indirekten Konkurrenz, bei der gemeinsam genutzte Ressourcen erschöpft werden (Ausbeutungswettbewerb) (HENRY & RODET 2018; IWASAKI et al. 2020). Beim Ausbeutungswettbewerb kann die Ressourcennutzung durch eine Art zu einer Verringerung der Nutzung durch eine andere Art führen oder deren Sammelaufwand erhöhen (ROUBIK 1978). Zumeist verursachen Honigbienen keinen Interferenzwettbewerb (GOULSON 2003b; HUDEWENZ & KLEIN 2015), sondern es besteht im Wesentlichen ein Ausbeutungswettbewerb. In seltenen Fällen kann es auch vorkommen, dass Honigbienen Pollen direkt von Wildbienen stehlen (JEAN 2005; LONDEI & MARZI 2023; SAUBERER et al. 2023).

Die Auswirkungen zur Ressourcenkonkurrenz von Honigbienen auf Wildbienen werden in den uns bekannten aktuellen Übersichtsstudien, die in unserer Region durchgeführt worden sind, als heterogen dargestellt (MALLINGER et al. 2017; IWASAKI & HOGENDOORN 2022). Allerdings sollten einige der Studien, die keine negativen Effekte der Nahrungskonkurrenz auf Wildbienen festgestellt haben, bezüglich ihrer Aussagekraft überprüft werden, da deren Ergebnisse, z. B. aufgrund des Studiendesigns oder der Untersuchungsdurchführung möglicherweise nicht uneingeschränkt auf die reale Situation in der Natur übertragbar sind.

Verdrängungen von Bestäubern an Blüten müssen sich nicht zwangsläufig negativ auf die verdrängten Bestäuber auswirken, zum Beispiel wenn ausreichend alternative Nahrungsquellen vorhanden sind. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich Verdrängungseffekte in Situationen mit quantitativ oder qualitativ minderwertigen oder weiter entfernten Wildbienen-Nahrungsquellen einstellen (GOULSON 2003a, 2003b; WALTHER-HELLWIG et al. 2006; GORAS et al. 2016; TORNÉ-NOGUERA et al. 2016; MAGRACH et al. 2017; ROPARS et al. 2019; JEAVONS et al. 2020; ROPARS et al. 2020, 2022) und sich negativ auf das Sammelverhalten und die Fitness

von adulten Wildbienen und somit auch auf die Entwicklung ihrer Larven auswirken (TEPEDINO & TORCHIO 1982; RIBEIRO 1994; KIM 1997; BEEKMAN et al. 1998; BOSCH & VICENS 2002; GOULSON et al. 2002; BOSCH & KEMP 2004; PEAT et al. 2005; BOSCH & VICENS 2006). Die meisten Wildbienenarten haben einen gegenüber der Honigbiene deutlich kleineren Sammelradius von nur einigen hundert Metern (VISSCHER & SEELEY 1982; ZURBUCHEN et al. 2010a, 2010b; COUVILLON et al. 2014b). Eine Verdrängung auf Nahrungspflanzen, die nur wenige 100 m entfernt

sind, kann unter Umständen schwerwiegende Auswirkungen auf Wildbienen haben. So führten Zunahmen der Distanzen zu Nahrungspflanzen von 150 m bei *Hoplitis adunca* und 500 m bei *Chelostoma rapunculi* zu Abnahmen versorgter Brutzellen in deren Nestern um 23 % bzw. 46 % (ZURBUCHEN et al. 2010a). Eine Zunahme der Distanz zu den Nahrungspflanzen um 150 m reduzierte den Reproduktionserfolg der Luzerne-Blattschneiderbiene (*Megachile rotundata*) um annähernd 75 % (hier: Anteil geschlüpfter Brutzellen) (PETERSON et al.



Abbildung 4 Interferenzkonkurrenz durch Honigbienen auf Wildbienen wird nur selten beobachtet. Hier stehlen Honigbienen Pollen direkt aus der Pollensammelbürste der Goldenen Steinbiene (a, b) und einer Blattschneiderbiene (c, d). Fotos: LUKAS VENDLER.

2006). Auch bei wilden Populationen der Hummelart *Bombus occidentalis* konnte bei einer 80-90%igen Ressourcenüberlappung mit Honigbienen eine verringerte Reproduktion festgestellt werden, bedingt durch einen erhöhten Sammelaufwand der Hummeln aufgrund des Ressourcenmangels (THOMSON 2004). Wesentlich ist ebenso, dass 23 % der 604 derzeit in Deutschland nachgewiesenen Wildbienenarten (SCHEUCHL et al. 2023) oligolektisch sind, und im Falle einer Verdrängung von ihren artspezifischen Pollenquellen deshalb nicht auf beliebige andere Pflanzenarten ausweichen können. Auch polylektische Bienenarten, die hinsichtlich ihrer Pollennutzung weniger spezialisiert sind, haben in der Regel ein im Vergleich zur generalistischen Honigbiene engeres Nahrungsspektrum und besitzen oft deutliche Präferenzen für bestimmte Nahrungspflanzen (TASEI & PICART 1973; SUTTER et al. 2017; BERTRAND et al. 2019; ECKERTER et al. 2022). Beim Fehlen von Massentrachten oder nach deren Verblühen weichen Honigbienen auf von ihnen sonst weniger genutzte Wildkräuter und Gehölze als Futterquellen aus (GOULSON 2003a; REQUIER et

al. 2015; GESLIN et al. 2017; LÁZARO et al. 2021; GESLIN et al. 2022). Laut einer Studie aus Südspanien sammelten Honigbienen nach dem Ende der Blühphase von Massentrachten von Orangen in den angrenzenden Stein- und Korkeichenwäldern, die einen vielfältigen Unterwuchs aus blühenden Kräutern beherbergten (MAGRACH et al. 2017). Durch das massenhafte „Überschwappen“ der Honigbienen aus den Orangenplantagen kam es innerhalb der nachfolgend genutzten Wälder zu einer Verdrängung von Wildbienenarten von den häufigen auf weniger häufige Blütenpflanzen und zu einem verringerten Nahrungsspektrum für Wildbienen (MAGRACH et al. 2017). In einer weiteren, auf Teneriffa durchgeführten Studie, wurden die Auswirkungen der Erhöhung der Dichte von Honigbienenenvölkern auf das einheimische Bestäubungsnetz und den Reproduktionserfolg von Pflanzen untersucht (VALIDO et al. 2019). Dabei zeigte sich, dass sich nach der Einführung von Honigbienenenvölkern sowohl die Bestäubervielfalt als auch der Reproduktionserfolg der hauptsächlich von ihnen bestäubten Pflanzenarten reduzierte (VALIDO et al. 2019).



Abbildung 5 Die Skabiosen-Sandbiene (*Andrena marginata*) ist in ganz Deutschland stark gefährdet und selten. Sie sammelt ausschließlich Pollen von Kardengewächsen, insbesondere von Skabiosen im Spätsommer. Hier wird die Graue Skabiose (*Scabiosa canescens*) besammelt. Foto: RONALD BURGER.

Insbesondere im Juli und August kommt es zu einem Nahrungsmangel in der Kulturlandschaft (INOUE 1978; COUVILLON et al. 2014a, 2014b; SCHEPER et al. 2014; BALFOUR et al. 2018; WOOD et al. 2018; WIGNALL et al. 2020; MALAGNINI et al. 2022) und Honigbienen nutzen dann überwiegend naturnahe Flächen, um den Pollen zu sammeln, den sie für die Überwinterung benötigen (MALAGNINI et al. 2022). Es ist deshalb davon auszugehen, dass sich der Konkurrenzdruck und damit verbundene negative Auswirkungen von Honigbienenhaltung auf Wildbienenpopulationen vor allem zwischen oder am Ende von Blühperioden der Massentrachten zeigen.

Als Beispiel für Auswirkungen der Konkurrenz ist die Studie von HENRY & RODET (2018) zu nennen, in welcher schon im Abstand von 600–1.100 m um Bienenbeuten herum eine Reduktion der Wildbienen um 50 % festgestellt wurde. In dieser Studie, die in einer mediterranen Buschlandschaft in Südfrankreich durchgeführt wurde, haben die Autoren bei einer Honigbienenenvölkerdichte von mehr als 14 Völkern pro km² bei diversen blütenbesuchenden Wildbienen (rund 50 Arten) an Rosmarin die größten Wettbewerbseffekte zwischen Honig- und Wildbienen innerhalb von 600 und 900 m um Bienenstände

herum festgestellt. Auch reduzierten Honigbienen bei einer hohen Dichte von durchschnittlich 31 Völkern pro km² den Nektar- bzw. Pollensammelerfolg ihrer eigenen Artgenossen bei Entfernungen von 1.100 und 1.200 m von den Bienenstöcken um 44 bzw. 36 % (HENRY & RODET 2018). Durch diese Beobachtungen lässt diese Studie vermuten, dass Wildbienen bereits dann durch eine zu hohe Dichte an Honigbienenenvölkern beeinträchtigt werden können, wenn noch keine Effekte an den Honigbienenenvölkern zu beobachten sind. Bei Blütenknappheit wurde eine Konkurrenzsituation innerhalb eines Radius von 1.500 m beobachtet (NEUMAYER 2006). Eine Studie in Schweden zeigte, dass das Einbringen von Honigbienenenvölkern in homogene Landschaften mit geringem Anteil von naturnahem Grasland zu weniger Hummeln an Feldrändern und Straßenrändern führte, während dies in heterogenen Landschaften mit hohem Anteil von naturnahem Grasland nicht beobachtet wurde (HERBERTSSON et al. 2016). Diese Studien stehen repräsentativ für die Phase der Blütenarmut in der Landschaft nach dem Ende der Massentrachten, wie Mitglieder des Kompetenzzentrums Wildbienen durch ihre jahrzehntelangen Freilandarbeiten auch in Mitteleuropa bestätigen können.



Abbildung 6 Die Zweizellige Sandbiene (*Andrena lagopus*) sammelt ausschließlich Pollen an Kreuzblütlern, wie hier an *Sinapis arvensis*. Zusammen mit fast 100 weiteren Wildbienenarten gehört sie zur Gilde der Raps-Bestäuber.

Foto: RONALD BURGER.

Maßgeblich zur Beurteilung der Auswirkung von Honigbienen auf Wildbienen innerhalb einer Landschaft ist das Verhältnis des Nahrungsangebots, das eine Landschaft für Honig- und Wildbienen zur Verfügung stellt und welches sich im Verlauf des Jahres verändert, zur vorhandenen Dichte von Honigbienenenvölkern sowie die darin vorkommenden Wildbienenarten und deren Häufigkeit. So ist zu erwarten, dass Konkurrenzeffekte in einer Landschaft mit einem geringeren Blütenangebot und einer im Verhältnis dazu hohen Dichte an Honigbienenenvölkern stärker ausfallen als in einer Landschaft mit einem deutlich größeren Blütenangebot und einer geringen Dichte an Honigbienenenvölkern.

Der durchschnittliche monatliche Pollenbedarf eines Honigbienenvolkes von Juni bis August entspricht in etwa demjenigen von 33.000 Nachkommen der Luzerne-Blattschneiderbiene (*Megachile rotundata*), einer mittelgroßen Solitärbiene (CANE & TEPEDINO 2017). Die Konkurrenz um Blütenressourcen ist daher zweifellos einer der Faktoren, der sich negativ auf Wildbienen auswirken kann. Durch den derzeitigen allgemeinen Mangel an bienenblütigen (melittophilen) Pflanzenarten in unserer Landschaft verschärft sich diese Situation und kann durch unkontrollierte Honigbienenhaltung noch weiter verschärft werden. Diesen kritischen Bedingungen muss besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, wenn Konfliktsituationen zwischen Imkerei und Naturschutz entschärft werden sollen.

Es ist davon auszugehen, dass die Konkurrenz um Blütenressourcen zwischen dem ursprünglichen nominotypischen Taxon *Apis mellifera mellifera* – auch Dunkle Honigbiene genannt – und wilden Bestäubern zunächst noch weitestgehend gering war (ROFFET-SALQUE et al. 2015; JEAUVONS et al. 2020). Bis zum Mittelalter nutzte die Honigbiene in Mitteleuropa überwiegend Baumhöhlen innerhalb der Laub- und Mischwälder als Lebensraum (SEELEY & MORSE 1976; BANASZAK 2009; KOHL & RUTSCHMANN 2018). Durch die zunehmende Honigbienenhaltung in Bienenstöcken, insbesondere seit der Einführung der Zeidlerie im Frühmittelalter, verlagerte sich der Lebensraum der Honigbienen von Waldgebieten in landwirtschaftlich genutzte und in besiedelte Gebiete (BANASZAK 2009; KOHL & RUTSCHMANN 2018). Heutzutage ist die Kärntner Biene (*Apis mellifera carnica*) die überwiegend gehaltene Unterart der Honigbiene (DIB 2017;

HASSETT et al. 2018). Die Dichte verwilderter Honigbienenenvölker in europäischen Wäldern liegt heutzutage durchschnittlich bei etwa 0,11-0,14 Volk pro km² oder weniger (KOHL & RUTSCHMANN 2018; REQUIER et al. 2020). Durch die derzeitige intensive Form der Imkerei kann es stellenweise jedoch zu weit höheren lokalen Dichten von über 15 Honigbienenenvölkern pro km² (ELBGAMI et al. 2014; MEEUS et al. 2021) oder auch mehr kommen (unbekannte Dunkelziffer) (SUVK 2019). Diese unnatürlich hohen Dichten von Honigbienenenvölkern können den Konkurrenzdruck zwischen Honig- und Wildbienen besonders in ressourcenarmen Landschaften erheblich verstärken. Jede unkontrollierte, intensive Honigbienenhaltung, die über die Ertragsgrenze an Blütereessourcen, die eine Landschaft für Wild- und Honigbienen bereitstellen kann, hinausgeht, birgt so durch den hohen Nahrungsbedarf der Honigbienen das Risiko einer existenziellen Beeinträchtigung von Wildbienenpopulationen. Um die Auswirkungen der Ressourcenkonkurrenz zwischen Wild- und Honigbienen zu untersuchen, werden vom Kompetenzzentrum Wildbienen Studien, die sich mit diesem Thema beschäftigen, ausgewertet (Publikation in Vorbereitung).

Krankheitsübertragung

Neben der Nahrungskonkurrenz stellt auch die Übertragung von Krankheitserregern auf Wildbienen eine mögliche Gefahrenquelle der Honigbienenhaltung dar, da diese das Potenzial haben, Bestandsrückgänge bei Wildbienen zu verursachen (VANBERGEN & THE INSECT POLLINATORS INITIATIVE 2013; FÜRST et al. 2014; TEHEL et al. 2016). Allerdings besteht noch erheblicher Forschungsbedarf zur aktuellen Verbreitung von Krankheitserregern bei Wild- und Honigbienen sowie zur Aufklärung von möglichen Übertragungswegen und der tatsächlichen Auswirkungen in der freien Natur (STRAUB et al. 2022). Verschiedene Studien zeigen jedoch durchaus ernstzunehmende Zusammenhänge, die weiterführende Untersuchungen nötig machen und zur Vorsicht animieren sollten. So wurde beispielsweise in der Nachbarschaft von Honigbienenenvölkern das von der Honigbiene stammende Honigbienen-Faden-Virus (AmFV) bei Wildbienen nachgewiesen (RAVOET et al. 2014). Dass dies kein lokales Phänomen ist, zeigt eine weitere Veröf-

fentlichung, in der an 26 Standorten in unterschiedlichen Regionen Großbritanniens eine Übertragung verschiedener RNA-Viren zwischen Honigbienen und wildlebenden Hummeln dokumentiert wurde (McMAHON et al. 2015). Honigbienen nehmen durch ihre Lebensweise und Haltungsbedingungen eine besondere Rolle ein. Im Vergleich zu den solitär oder auch sozial lebenden Wildbienenarten mit zumeist wenigen Nachkommen kann eine Honigbienenkolonie sehr hohe Individuenzahlen zwischen 10.000 und 80.000 Individuen erreichen (FRISCH 1964; MORITZ et al. 2007). Innerhalb der Agrarlandschaft kann es besonders zum Zeitpunkt von Massentrachten zu erhöhten lokalen Dichten von 15 Honigbienenenvölkern pro km² kommen (ELBGAMI et al. 2014; MEEUS et al. 2021) oder auch mehr (unbekannte Dunkelziffer). Laut den Meldungen, die bei den Veterinärämtern eingingen, zeigten sich innerhalb von Großstädten höhere Dichten, wie z.B. in Berlin-Pankow, wo 23 Honigbienenenvölker pro km² gemeldet waren (SUVK 2019). Es ist jedoch auch hier davon auszugehen, dass die tatsächliche Dichte höher liegt, da nicht alle Imker ihre Völker auch tatsächlich melden (SUVK 2019). Es ist

anzunehmen, dass solch hohe Dichten von Honigbienen auf engstem Raum die Ausbreitung von Pathogenen und mit ihr die Wahrscheinlichkeit hoher Krankheitslasten unter den Bienen fördern. So wird die von Honigbienen ausgehende Infektionsgefahr auch maßgeblich durch ihre Haltungsbedingungen gesteuert (SEELEY & SMITH 2015; TARIC et al. 2019; MARTÍNEZ-LÓPEZ et al. 2022). Auch andere Zuchtbienen wie manche Hummel- und Mauerbienenarten sind hiervon betroffen (COLLA et al. 2006; OTTERSTATTER & THOMSON 2008).

Als Krankheitserreger von Bienen sind Organismen aus ganz unterschiedlichen taxonomischen Gruppen bekannt (beispielsweise Viren, Bakterien, Pilze, Flagellaten) (RAVOET et al. 2014). Diese unterscheiden sich naturgemäß in ihrer Biologie und daher auch in ihren Übertragungswegen und Krankheitsbildern bei verschiedensten Bienenarten (YAÑEZ et al. 2020). Dabei werden Blüten als Drehkreuze der Übertragung von Mikroorganismen, inklusive Pathogenen, auf Wildbienen und andere Bestäuber angesehen (BURNHAM et al. 2021; KELLER et al. 2021; TEHEL et al. 2022; Abb. 7). Wo und warum Übertragungen genau stattfinden, muss aber für

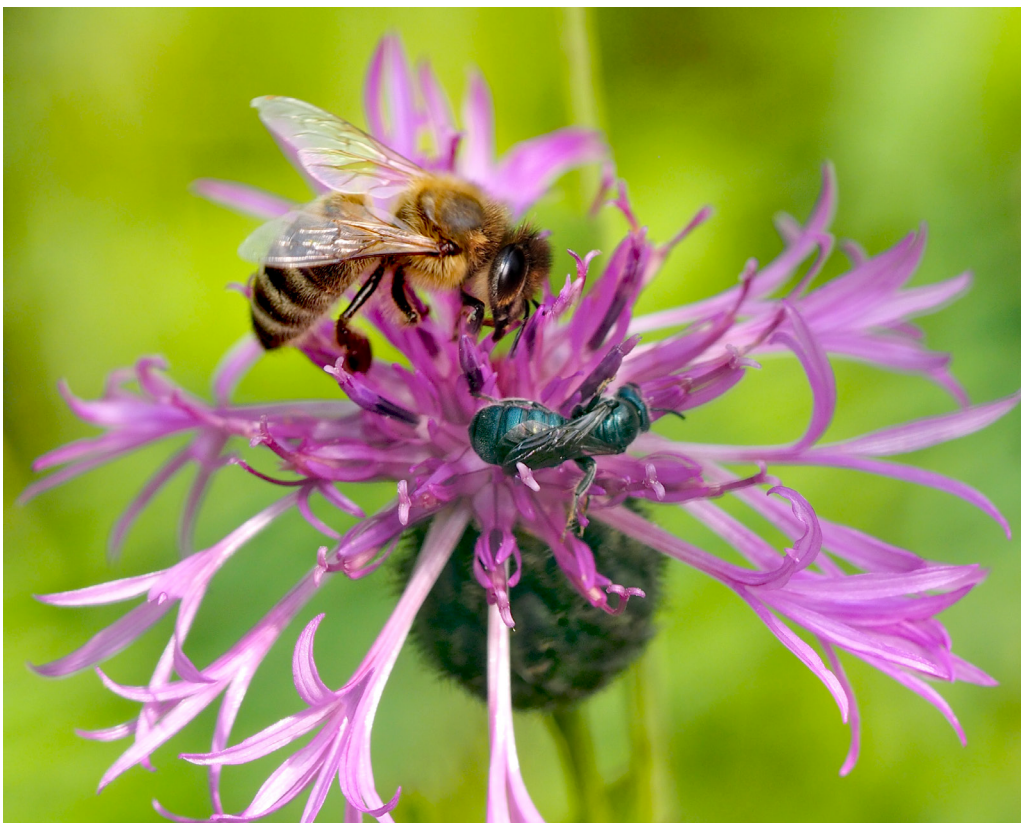


Abbildung 7 Eine Honigbiene und eine Metallische Keulhornbiene (*Ceratina chalybea*) gemeinsam auf einer Skabiosen-Flockenblumenblüte.

Foto: HANS R. SCHWENNINGER.

jeden Fall einzeln geklärt werden. So konnten mehrere Studien eine Übertragung von verschiedensten Krankheitserregern auf Blüten dokumentieren (GRAYSTOCK et al. 2015; ALGER et al. 2019; BURNHAM et al. 2021). Dahingegen konnte in einer aktuellen Laboruntersuchung eine orale Infektion von *Bombus terrestris*-Arbeiterinnen durch Pollenkörner, die mit dem *Deformed Wing Virus* (DWV) Typ A beimpft waren, nicht festgestellt werden (STREICHER et al. 2023). Die Varroa-Milbe ist hingegen ein effektiver Vektor für das DWV, der die Viren gezielt in Honigbienen injiziert (GISDER et al. 2009).

Subletale Dosen von Neonicotinoiden, Nahrungsmangel oder Trocken- und Hitzestress schwächen das Immunsystem von Bienen und führen zu einer verschlechterten allgemeinen Gesundheit, was unter anderem zu einer geringeren Resistenz gegen Infektionskrankheiten führen kann (VIDAU et al. 2011; DI PRISCO et al. 2013; BRUNNER et al. 2014; BRANDT et al. 2017; TRITSCHLER et al. 2017; DOLEZAL & TOTH 2018; CASTELLI et al. 2020; MOTTA & MORAN 2023; TOBIN et al. 2024). Zudem gibt es Hinweise darauf, dass Übertragungen von Krankheitserregern hauptsächlich von Zuchtienen (also von Honigbienen und Zuchthummeln) auf wildlebende Bienen erfolgen, aber kaum umgekehrt (GRAYSTOCK et al. 2014, 2016; ALGER et al. 2019; PIOT et al. 2022; TEHEL et al. 2022). Da die Datengrundlage für viele Krankheitserreger und Wildbienenarten allerdings defizitär ist, lassen sich daraus bisher keine eindeutigen Schlussfolgerungen und gezielte Handlungsempfehlungen für den praktischen Naturschutz ableiten. Umso wichtiger ist die Förderung von Forschungsansätzen, die diese Zusammenhänge analysieren und einen Überblick über die aktuelle Verbreitung und Gefahr von Krankheitserregern für Wildbienen schaffen.

Handlungsbedarf

Um die Ziele der Neuauflage der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt und des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt (CBD) (BfN 2023) zu erfüllen, sollten zunächst vorrangig Schlüsselarten, die eine essenzielle Funktion in Ökosystemen übernehmen, gefördert werden. Die herausragenden Bestäubungsleistungen von Bienen gewährleisten artenreiche Bestände

bienenblütiger (melittophiler) Pflanzenarten. Bereits im Jahr 2006 wurde festgestellt, dass mit dem Rückgang der Insektenbestäuber, insbesondere Bienen, auch ein Rückgang der von ihnen bestäubten Pflanzenarten einhergeht (BIESMEIJER et al. 2006). Infolge der starken Abnahme der Wildbienen – sowohl der Arten (WESTRICH et al. 2011) als auch der Populationen (SCHWENNINGER & SCHEUCHL 2016; TIEFENTHALER & FRANK 2023) – ist in den vergangenen Jahren das Bestäubungspotenzial extrem geschwunden. Vielerorts ist bereits ein erheblicher Rückgang der von Wildbienen bestäubten Pflanzenarten zu erkennen und windbestäubte Gräser profitieren und nehmen immer mehr zu (ABRAHAMCZYK et al. 2022). Mit den bienenblütigen Pflanzenarten verschwinden auch alle sich daran entwickelnden Insekten, das heißt, dass ganze Nahrungsnetze zerstört werden. So besteht zum Erhalt der Ökosystemdienstleistung „Bewahrung der Vielfalt an melittophilen Blütenpflanzenarten“ ein enormer Handlungsbedarf, wobei dem Wildbienenenschutz eine besondere Priorität eingeräumt werden sollte.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, kommt es infolge der Ressourcenarmut unserer Kulturlandschaft verstärkt zu Konkurrenzsituationen zwischen Honig- und Wildbienen. Zusätzliche Stressoren, wie Infektionskrankheiten, Parasiten, Einträge von Chemikalien oder Verlust von Nistressourcen verschlechtern darüber hinaus die Lebensbedingungen der Wildbienen. Letztendlich verschärfen im Rahmen der Klimaerwärmung auch extreme Wetterverhältnisse wie Nässe oder Trockenheit diese Situation (SCHWENNINGER et al. im Druck).

Maßnahmen zum Schutz der Wildbienen in Naturschutzgebieten

- Naturschutzgebiete müssen den Wildbienen als wenige naturnahe noch verbleibende Rückzugsorte innerhalb unserer Kulturlandschaft dienen und sie sollten ihnen möglichst frei von anthropogenen Beeinträchtigungen zur Verfügung stehen. Daher sollten die Schutzgebietsverordnungen eingehalten und keine Honigbienen in Naturschutzgebiete eingebracht werden. Bereits vorhandene Honigbienenenvölker sollten sukzessive umgesiedelt werden.

- Die noch in den Naturschutzgebieten gehaltenen Honigbienen sollten auf Krankheitserreger überprüft und es sollten gegebenenfalls sofort geeignete Maßnahmen zur deren Eindämmung eingeleitet werden.
- Da der durchschnittliche Sammelradius von Honigbienen zwei bis drei km beträgt (VISSCHER & SEELEY 1982; COUVILLON et al. 2014b), sollte aus Vorsorge auf das Aufstellen von Honigbienenbeuten in einer Entfernung von weniger als 2,5 km zu Naturschutzgebieten verzichtet werden. HENRY & RODET (2020) ermittelten, dass bei einem Abstand von ca. 2,5 km zu Honigbienenständen eine ausgewogene Habitatnutzung von jeweils 50 % für produktive Imkerei und Wildbienenschutz erreichbar ist. Somit wäre bei diesem Abstand zwischen Naturschutzgebieten und Honigbienenbeuten eine Kohabitation auf mittlerem Wettbewerbsniveau möglich.
- Um die bestehende Konfliktsituation zu ent-

schärfen, sollte in der Umgebung von Naturschutzgebieten eine verbesserte Nahrungsgrundlage geschaffen werden, so dass Honigbienen den Hauptteil ihrer Nahrung auch nach dem Verblühen der Massentrachten außerhalb von Naturschutzgebieten finden.

Maßnahmen zur Förderung der Koexistenz von Wild- und Honigbienen in der Kulturlandschaft

Verbesserung von Nahrungsressourcen

Oberste Priorität sollte die Aufwertung der Kulturlandschaft, insbesondere der strukturarmen Agrarlandschaft, durch die Schaffung eines geeigneten Nahrungsangebots in Form von Blühflächen mit überwiegend gebietseigenen Wildkräutern sowie insektenfreundlichen Wildobst- und Wildheckengehölzen sein. Da fast alle Wildbienenarten ein weniger generalistisches Sammelverhalten als Honigbienen aufweisen (WESTRICH 2018), und zudem bei Wildbienen nicht, wie bei



Abbildung 8 Wildbienenweide, die im Rahmen des „BienABest“-Projekts auf der Schwäbischen Alb (Reichenbach im Täle) angelegt wurde. Foto: HANS R. SCHWENNINGER.

Honigbienen, zugefüttert werden kann oder bei regionalem Nahrungsmangel kein Standortwechsel möglich ist, sollten Blühflächen in erster Linie auf die Bedürfnisse von Wildbienen abgestimmt sein. Zur Verbesserung des Nahrungsangebots werden im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen sogenannte Bienenweiden auf Ackerflächen ausgesät (MLR BW 2019). Untersuchungen haben allerdings gezeigt, dass ein Großteil des derzeit kommerziell erhältlichen Saatguts für Bienenweiden nur bedingt geeignet ist, um für ein großes Artenspektrum an Wildbienen attraktiv zu sein (OPPERMANN et al. 2013). Optimale Ergebnisse liefern Wildkräutermischungen gebietsheimischer Herkunft, sogenannte „Wildbienenweiden“ (Abb. 8), in welchen z. B. an einem Ackerrandstreifen von 600 m² maximale Diversitäten von mehr als 50 Wildbienenarten registriert wurden (OPPERMANN et al. 2013).

- Bei der Anlage von Wildbienenweiden sollte daher unbedingt gebietseigenes Saatgut ggf. mit einigen, wenig invasiven Kulturpflanzen verwendet werden (JEDICKE et al. 2022). Von diesen Wildbienenweiden können Honigbienen gleichermaßen profitieren, da Honigbienen, auch wenn Massentrachten vorhanden sind, eine Vielzahl von Blütenpflanzen befliegen (GARBUZOV et al. 2015; HOLZSCHUH et al. 2016; DANNER et al. 2017; NÜRNBERGER et al. 2019). Es gibt, auch wenn noch nicht hinreichend erforscht, Hinweise drauf, dass eine vielfältige Nahrung die Fitness der Honigbienen erhöhen kann (ALAUZ et al. 2010; DI PASQUALE et al. 2013). Im Gegensatz dazu können Honigbienenweiden mit hohen Anteilen fremdländischer Pflanzenarten nur von wenigen, meist ohnehin häufigen Wildbienenarten genutzt werden (OPPERMANN et al. 2013) und liefern daher keinen Beitrag zur Verbesserung der Artenvielfalt.
- Die etablierten Pflanzengemeinschaften sollten idealerweise eine hohe Vielfalt unterschiedlicher Blütenmerkmale aufweisen, um die Überschneidung von Ressourcen zwischen Honig- und Wildbienen und damit die Wahrscheinlichkeit von Nahrungskonkurrenz und Krankheitsübertragung zu verringern (RASMUSSEN et al. 2021; CAPPELLARI et al. 2022).
- Im Rahmen des Projekts BienABest wurden an 20 über Deutschland verteilten Standorten

„Wildbienenweiden“ in verschiedenen Bundesländern etabliert, die zur Steigerung der Biodiversität von Wildbienen in der Kulturlandschaft beigetragen haben (BIENABEST 2017). Die Ergebnisse aus diesem Projekt können generell als Empfehlung für die Konzipierung von Wildbienenweiden dienen. Deren Anlage sollte jedoch in Zusammenarbeit mit Wildbienen-Fachkundigen geschehen.

Habitatmanagement

- Für Wildbienen muss während der gesamten Flugzeit der Arten ein kontinuierliches Nahrungspflanzenangebot gewährleistet werden (SCHELLHORN et al. 2015; NEUMÜLLER et al. 2022). Dieses ist durch eine angepasste Pflege, wie beispielsweise Teilflächenmäh, zu erreichen.
- Bei der ersten Mahd von Grünflächen sollten stets Blüteninseln mit Wildkräutern ausgespart werden, um der voranschreitenden Vergrasung entgegenzuwirken. In der Regel sollten zwei Mahddurchgänge jeweils im Juni und August/September erfolgen. Das Schnittgut sollte stets sofort abgeräumt werden.
- Bei der mit öffentlichen Mitteln durchgeführten Pflege von Naturschutzgebieten und naturnahen Flächen durch die Naturschutzverwaltung sollten die Bedürfnisse der Wildbienen stärker berücksichtigt werden, analog zum Artenschutzprogramm Wildbienen Baden-Württemberg (WESTRICH et al. 1994).
- Auch Honigbienenenvölkern müssen ausreichende Nahrungsquellen zur Verfügung stehen, so dass sie in Zeiten des Nahrungsmangels, etwa nach dem Verblühen von Massentrachten, nur in geringem Maße auf Nektar- und Pollenquellen der Wildbienen ausweichen müssen. So sollte beispielsweise dafür gesorgt werden, dass für jedes Honigbienenvolk 0,5 ha Wildbienenweide oder ein vergleichbares Nahrungsangebot als Ausgleichsfläche angelegt und fachgerecht gepflegt wird.
- In der Umgebung von wertvollen Wildbienen-Lebensräumen wie Naturschutzgebieten sollten gezielt attraktive Nahrungsressourcen für Honigbienen etabliert werden, um diese von den sensiblen Habitaten wegzulocken. Diese „Ablenkressourcen“

sollten einen ausreichenden Abstand wahren, um ein „Überschwappen“ der Honigbienen in die nahe gelegenen artenschutzrelevanten Habitate zu vermeiden (MORANDIN & KREMEN 2013; HOLZSCHUH et al. 2016).

- Neben den Nahrungshabitaten benötigen Wildbienen auch Nistplätze. Allein das Aufstellen oder Anlegen von künstlichen Nisthilfen wie „Wildbienenhotels“ ist bei weitem nicht ausreichend. Das Belassen, Fördern und Anlegen von Kleinstrukturen wie z. B. Böschungen, Abbruchkanten, Nisthügel und Steilwänden für bodennistende Arten oder Brombeergebüsche für Stängelnister stärkt die Wildbienenpopulationen. So ist bekannt, dass in strukturreichen Agrarlandschaften die Konkurrenz zwischen Honigbienen und Wildbienen verringert ist (HERBERTSSON et al. 2016).

Verbesserung der Risikobewertung von Pestiziden

Seit den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts werden zunehmend Neonicotinoide zur Insektenbekämpfung eingesetzt, die im Vergleich zu DDT eine 10.000-fache Wirkung entfachen. Mit einhergehen auch Rückgänge von Bienen wie z. B. Rapsbestäuber (WOODCOCK et al. 2016). Erst mit dem Bienensterben in Süddeutschland im Jahr 2008 (PISTORIUS et al. 2009) wurde auch die Öffentlichkeit über die fatale Auswirkung von Neonicotinoiden auf Bienen informiert. Obwohl zwischenzeitlich über 15 Jahre vergangen ist und mittlerweile für die meisten Neonicotinoide ein Anwendungsverbot gilt, konnten im Jahr 2020 selbst in 16 von 21 untersuchten NSGs noch Neonicotinoide festgestellt werden (BRÜHL et al. 2021). Auch wenn es mittlerweile für Neonicotinoide Anwendungsverbote gibt, so zeigen diese Untersuchungen in NSGs, dass eine drastische Pestizidreduzierung in großen Puffern (> 2 km) rund um Naturschutzgebiete notwendig ist, um eine Kontamination ihrer Insektenfauna zu vermeiden (BRÜHL et al. 2021).

Neben einer sofortigen letalen Wirkung wird die Gesundheit von Bestäubern auch durch subletale Exposition gegenüber Neonicotinoiden chronisch beeinträchtigt (LU et al. 2020; PEREIRA et al. 2020). Aufgrund der Langzeitwirkung, die je nach Region und Böden wenige Monate bis mehrere Jahre, im Extremfall sogar 17 Jahre betragen kann (GOULSON 2013), wird u. a. auch

längerfristig die Immunkompetenz von Bienen verringert, wodurch zusätzlich die Ausbreitung von Bienenkrankheiten gefördert wird (BRANDT et al. 2017, 2016; DI PRISCO et al. 2013). Auch für das Herbizid Glyphosat wurden mittlerweile zahlreiche Nachweise für Bienen-schädlichkeit erbracht (DAI et al. 2018; MOTTA et al. 2018, 2020; BATTISTI et al. 2021; MOTTA & MORAN 2023). Da in der Kulturlandschaft verschiedenste Pestizide komplexe und synergetische Wirkungen entfachen können, muss die Prüfung und Zulassung aller Pestizide nicht nur für die Honigbiene, sondern auch für Wildbienen, insbesondere bodennistende Arten, dringend reformiert werden. So weisen UHL & BRÜHL (2019) darauf hin, dass es bei der Risikobewertung von blütenbesuchenden Insekten in Europa erhebliche Kenntnislücken gibt. Auch RAINE & RUNDLÖF (2024) stellen fest, dass die Erkenntnisse über die Pestizidexposition von Nicht-*Apis*-Bienen und resultierende Auswirkungen auf die biologische Vielfalt noch in den Kinderschuhen stecken. Ebenso bestehen bei der Glyphosat-Zulassung in Europa enorme Defizite (RICHTER 2019). Diese Versäumnisse der Zulassungsbehörden dürften jedoch wesentlich auch zum gravierenden Rückgang von Wildbienen und anderen Insekten beigetragen haben. Wenn der Erhalt der Artenvielfalt ernst genommen wird, muss die Risikobewertung dringend geändert werden, da mittlerweile die verheerende Auswirkung dieser Pestizide nicht mehr geleugnet werden kann. Bisher wurden bei den Zulassungsverfahren u. a. Langzeitwirkungen völlig unzureichend berücksichtigt. Selbst bezüglich der kurzfristigen Effekte der Wirkstoffe wurden vor allem die Honigbienen berücksichtigt.

„Gute imkerliche Praxis“ und extensive Imkerei

Die Bestandsdichten von Honigbienenvölkern sollten idealerweise jeweils zum Zeitpunkt der Massentracht und der Überwinterung bundesweit digital erfasst werden, zuerst innerhalb eines Umkreises von 10 km um Schutzgebiete herum, um den Großteil der möglichen Sammeldistanz von Honigbienen abzudecken (BEEKMAN & RATNIEKS 2000).

Sowohl die Anzahl an Honigbienenvölkern eines Bienenstandes als auch deren Anzahl innerhalb eines Gebiets müssen im Rahmen einer extensiven Imkerei am Ressourcenangebot der Landschaft und der Intensität landwirtschaftlicher Nutzung ausgerichtet sein (MEEUS et

al. 2021) (entsprechend der nachhaltigen Sicherung von beweidetem Grünland, bei der über die Anzahl von Großvieheinheiten eine Regelung des Weidedrucks vorgenommen wird). Ebenso sollte eine Dichtebeschränkung für die Anzahl der Honigbienenstöcke pro km² festgelegt werden. Hierzu schlagen TORNÉ-NOGUERA et al. (2016) sowie STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (2000) für Naturschutzgebiete Dichten von 3,5 bzw. 3,1 Stöcke pro km² vor. Diese Empfehlungen sollten als Orientierungswerte für die gesamte Kulturlandschaft herangezogen werden. Dies sollte auch zu stärkeren Honigbienenstöcken und somit zu weniger Winterverlusten führen (MEEUS et al. 2021).

Da die Wildform der Europäischen Honigbiene ausgestorben ist und nur als Zuchtform in der Obhut der Imker und Imkerinnen überlebt hat, sollte die Honigbiene als reines Nutztier betrachtet werden. Somit sollte die Imkerei wie andere landwirtschaftliche Nutztierhaltung entsprechend geregelt werden. Dementsprechend stellt die Bestäubung durch das Nutztier Honigbiene auch keine Ökosystemdienstleistung in ihrem ursprünglichen Sinne dar (GELDMANN & GONZÁLEZ-VARO 2018). Wie bei anderen Nutztieren muss auch bei der Honigbiene der Tierschutz berücksichtigt werden.

Anpassung der Bienenseuchenverordnung

Die Übertragung von Pathogenen auf Wildbienen stellt neben der Nahrungskonkurrenz ein weiteres Problem dar, da neuerdings auch hochansteckende Krankheitserreger als Ursache für den Rückgang der Wildbienen verantwortlich gemacht werden. So sollten folgende Maßnahmen eingeleitet werden.

- Die Hygienemaßnahmen an Honigbienenstöcken sollten erhöht und deren Überwachung durch die Veterinärämter intensiviert werden. Dabei sind auch relevante Krankheitserreger zu berücksichtigen, um die Ausbreitung von Krankheiten einzudämmen, wie dies bei anderen Nutztieren üblich ist. Da aktuelle Daten zur Gefahr und Verbreitung von Bienenkrankheiten größtenteils fehlen und bei den meisten Wildbienenarten aufgrund ihrer unterirdischen und solitären Lebensweise kaum verbesserte Hygienebedingungen geschaffen werden können, sollten bereits vorbeugend Hygienemaßnahmen bei Nutzbienen intensiviert werden, so

dass zumindest bei Zucht die Ansteckungsgefahr verringert wird. Ansonsten könnten besonders bei großen Zuchten häufiger auftretende erkrankte Bienen eine enorme Infektionsquelle darstellen.

- Insbesondere die Wanderimkerei muss besser geregelt und die für das Wandern notwendige bienenseuchenrechtliche Unbedenklichkeitsbescheinigung strenger überprüft werden.
- Honigbienenstöcke, die zur Blüte von Massentrachten angewandert wurden, müssen unmittelbar mit Ende der Massentracht-Blüte wieder abgezogen werden. Das betrifft beispielsweise auch die Lindenblüte in urbanen Lebensräumen.
- Letztendlich sollte die Bienenseuchenverordnung der aktuellen Infektionsgefahr entsprechend angepasst und gegenwärtig weit verbreitete Erreger, insbesondere Viren, mit aufgenommen werden.

Bekämpfung der Asiatischen Hornisse

Die Asiatische Hornisse (*Vespa velutina nigrithorax*) stellt eine Gefahr sowohl für Honig- als auch sehr wahrscheinlich für Wildbienen dar (LAURINO et al. 2019; MONCEAU et al. 2014). Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung sollten deshalb gebündelt werden.

Forschungsbedarf

Es fehlen Langzeitversuche, die die kontinuierliche Reproduktion und/oder die Fitness von Wildbienenpopulationen untersuchen und die über einen längeren Zeitraum honigbienenfreie Gebiete mit einbeziehen (siehe auch die aktuelle Studie von GRATZER & BRODSCHNEIDER (2023) für eine Auflistung möglicher weiterer Differenzierungen). Um direkte Auswirkungen der Konkurrenz zu messen, müsste zudem eine Bewertung der verfügbaren Nektar- und insbesondere Pollenressourcen sowie eine Nutzung durch die unterschiedlichen Bestäuber erfolgen (HENRY & RODET 2018). So müssten auch Schwellenwerte, die eine bestimmten Anzahl an Honigbienenstöcken innerhalb einer bestimmten Fläche, oder Schwellenwerte für Entfernungen, die zwischen Bienenständen untereinander oder Bienenständen zwischen sensiblen Habitaten, genauer untersucht werden. Dies könnte Auskunft geben, unter welchen Bedingungen und in welchem Maß Honigbienenstöcke vorhandene Wildbie-

nenpopulationen zu einem bestimmten Zeitpunkt und bei einem bestimmten verfügbarem Nahrungsangebot beeinflussen. Die Zulassungsverfahren für Pestizide sollten neben Honigbienen und Zuchthummeln auch verschiedene Wildbienenarten, insbesondere Bodennister, mit einbeziehen. Ebenso sollten bislang völlig unzureichend berücksichtigte Langzeitwirkungen in das Prüfverfahren integriert werden.

Zum Ausmaß der Übertragung von Pathogenen auf Bienen liegen bislang zu wenige Daten vor. Auch hier besteht erheblicher Forschungsbedarf. Um die bisher defizitäre Datenlage bei Wildbienen zu verbessern, sollten vermehrt Forschungsmittel für deren Untersuchungen zur Verfügung gestellt werden.

Bei allen Langzeituntersuchungen von Wildbienen im Freiland müssen bestandsschonende Erfassungsmethoden angewendet und optimiert werden, damit untersuchungsbedingte Einflüsse auf ein Mindestmaß begrenzt werden können (KRAUSCH et al. 2018).

Danksagung

Wir danken Philipp Eckert für die umfangreichen Datenrecherchen und Zusammenstellung der Ergebnisse sowie wertvolle Anmerkungen und Kommentare. Des Weiteren danken wir Lukas Vendl, der freundlicherweise seine Bilder zur direkten Konkurrenz zur Verfügung stellte.

Literatur

- ABOU-SHAARA H.F. (2014): The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. — *Veterinárni medicína* 59: 1–10.
<https://doi.org/10.17221/7240-VETMED>
- ABRAHAMCZYK S., KESSLER M., ROTH T. & HEER N. (2022): Temporal changes in the Swiss flora: implications for flower-visiting insects. — *BMC Ecology and Evolution* 22: 109.
<https://doi.org/10.1186/s12862-022-02061-2>
- ALAUX C., DUCLOZ F., CRAUSER D. & LE CONTE Y. (2010): Diet effects on honeybee immunocompetence. — *Biology Letters* 6: 562–565.
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0986>
- ALBRECHT M., KLEIJN D., WILLIAMS N.M., TSCHUMI M., BLAAUW B.R., BOMMARCO R., CAMPBELL A.J., DAINESE M., DRUMMOND F.A., ENTLING M.H., GANSER D., ARIEN DE GROOT G., GOULSON D., GRAB H., HAMILTON H., HERZOG F., ISAACS R., JACOT K., JEANNERET P., JONSSON M., KNOP E., KREMEN C., LANDIS D.A., LOEB G.M., MARINI L., MCKERCHAR M., MORANDIN L., PFISTER S.C., POTTS S.G., RUNDLÖF M., SARDIÑAS H., SCILIGO A., THIES C., TSCHARNTKE T., VENTURINI E., VEROMANN E., VOLLHARDT I.M.G., WÄCKERS F., WARD K., WESTBURY D.B., WILBY A., WOLTZ M., WRATTEN S. & SUTTER L. (2021): The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. — *Ecology Letters* 23: 1488–1498.
<https://doi.org/10.1111/ele.13576>
- ALGER S.A., BURNHAM P.A., BONCRISTIANI H.F. & BRODY A.K. (2019): RNA virus spillover from managed honeybees (*Apis mellifera*) to wild bumblebees (*Bombus* spp.). — *PLOS ONE* 14: e0217822.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217822>
- ASCHER J. & PICKERING J. (2020): Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila).
http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species (Zugriff am 25.04.2023).
- BALFOUR N.J., OLLERTON J., CASTELLANOS M.C. & RATNIEKS F.L.W. (2018): British phenological records indicate high diversity and extinction rate among late summer-flying pollinators 65.
- BANASZAK J. (2009): Pollinating insects (Hymenoptera: Apoidea, Apiformes) as an example of changes in fauna. — *Fragmenta Faunistica* 53: 105–123.
<https://doi.org/10.3161/00159301FF2009.52.2.105>
- BARTSCHV (BUNDESARTENSCHUTZVERORDNUNG) (2009): Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten vom 16. Februar 2005, Bundesgesetzblatt Teil I S. 258), zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (Bundesgesetzblatt Teil I S. 2542).
- BATTISTI L., POTRICH M., SAMPAIO A.R., DE CASTILHOS GHISI N., COSTA-MAIA F.M., ABATI R., DOS REIS MARTINEZ C.B. & SOFIA S.H., 2021. Is glyphosate toxic to bees? A meta-analytical review. — *Science of The Total Environment* 767: 145397.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145397>
- BAUDE M., KUNIN W.E., BOATMAN N.D., CONYERS S., DAVIES N., GILLESPIE M.A.K., MORTON R.D., SMART S.M. & MEMMOTT J. (2016): Historical nectar assessment

- reveals the fall and rise of floral resources in Britain. — *Nature* 530: 85–88.
<https://doi.org/10.1038/nature16532>
- BEEKMAN M. & RATNIEKS F.L.W. (2000): Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. — *Functional Ecology* 14: 490–496.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2000.00443.x>
- BEEKMAN M., STRATUM P. & LINGEMAN R. (1998): Diapause survival and post-diapause performance in bumblebee queens (*Bombus terrestris*). — *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89: 207–214.
<https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1998.00401.x>
- BERTRAND C., ECKERTER P.W., AMMANN L., ENTLING M.H., GOBET E., HERZOG F., MESTRE L., TINNER W. & ALBRECHT M. (2019): Seasonal shifts and complementary use of pollen sources by two bees, a lacewing and a ladybeetle species in European agricultural landscapes. — *Journal of Applied Ecology* 56: 2431–2442. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13483>
- BfN (2023): Neuauflage der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt | BfN.
<https://www.bfn.de/neuauflage-der-nationalen-strategie-zur-biologischen-vielfalt> (Zugriff am 17.11.2023).
- BienABest (2017): BienABest - Standardisierte Erfassung von Wildbienen zur Evaluierung des Bestäuberpotenzials in der Agrarlandschaft.
<https://www.bienabest.de/bienabest>
- BIESMEIJER J.C., ROBERTS S.P.M., REEMER M., OHLEMÜLLER R., EDWARDS M., PEETERS T., SCHAFFERS A.P., POTTS S.G., KLEUKERS R., THOMAS C.D., SETTELE J. & KUNIN W.E. (2006): Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. — *Science* 313: 351–354.
<https://doi.org/10.1126/science.1127863>
- BNATSCHG (2024): Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), geändert zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225)
- BOMMARCO R., KLEIJN D. & POTTS S.G. (2013): Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. — *Trends in Ecology & Evolution* 28: 230–238.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>
- BOMMARCO R., LINDSTRÖM S.A.M., RADERSCHALL C.A., GAGIC V. & LUNDIN O. (2021): Flower strips enhance abundance of bumble bee queens and males in landscapes with few honey bee hives. — *Biological Conservation* 263: 109363.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109363>
- BOSCH J. & KEMP W.P. (2004): Effect of pre-wintering and wintering temperature regimes on weight loss, survival, and emergence time in the mason bee *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae). — *Apidologie* 35: 469–479.
<https://doi.org/10.1051/apido:2004035>
- BOSCH J. & VICENS N. (2002): Body size as an estimator of production costs in a solitary bee: Body size in a solitary bee. — *Ecological Entomology* 27: 129–137.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2002.00406.x>
- BOSCH J. & VICENS N. (2006): Relationship between body size, provisioning rate, longevity and reproductive success in females of the solitary bee *Osmia cornuta*. — *Behavioral Ecology and Sociobiology* 60: 26–33.
<https://doi.org/10.1007/s00265-005-0134-4>
- BRANDT A., GORENFLO A., SIEDE R., MEIXNER M. & BÜCHLER R. (2016): The neonicotinoids thiacloprid, imidacloprid, and clothianidin affect the immunocompetence of honey bees (*Apis mellifera* L.). — *Journal of Insect Physiology* 86: 40–47.
<https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2016.01.001>
- BRANDT A., GRIKSCHKEIT K., SIEDE R., GROSSE R., MEIXNER M.D. & BÜCHLER R. (2017): Immunosuppression in Honeybee Queens by the Neonicotinoids Thiacloprid and Clothianidin. — *Scientific Reports* 7: 4673.
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-04734-1>
- BRITTAIN C., KREMEN C. & KLEIN A.-M. (2013a): Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. — *Global Change Biology* 19: 540–547.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12043>
- BRITTAIN C., WILLIAMS N., KREMEN C. & KLEIN A.-M. (2013b): Synergistic effects of non-*Apis* bees and honey bees for pollination services. — *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280: 20122767.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2767>
- BRÜHL C.A., BAKANOV N., KÖTHE S., EICHLER L., SORG M., HÖRREN T., MÜHLETHALER R., MEINEL G. & LEHMANN G.U.C. (2021): Direct pesticide exposure of insects in nature conservation areas in Germany. — *Scientific Reports* 11: 24144.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-03366-w>
- BRUNNER F.S., SCHMID-HEMPEL P. & BARRIBEAU S.M. (2014): Protein-poor diet reduces host-specific immune gene expression in *Bombus terrestris*. —

- Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 281: 20140128.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0128>
- BURKLE L.A., MARLIN J.C. & KNIGHT T.M. (2013): Plant-Pollinator Interactions over 120 Years: Loss of Species, Co-Occurrence, and Function. — *Science* 339: 1611–1615.
<https://doi.org/10.1126/science.1232728>
- BURNHAM P.A., ALGER S.A., CASE B., BONCRISTIANI H., HÉBERT-DUFRESNE L. & BRODY A.K. (2021): Flowers as dirty doorknobs: Deformed wing virus transmitted between *Apis mellifera* and *Bombus impatiens* through shared flowers. — *Journal of Applied Ecology* 58: 2065–2074.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13962>
- BV DUNKLE BIENE (2018): Die Dunkle Europäische Honigbiene. — Bundesverband Dunkle Biene Deutschland e.V.
<https://www.bv-dunkle-biene.de/apis-mellifera-mellifera/> (Zugriff am 11.13.2023).
- CANE J.H. (2023): The Extraordinary Alkali Bee, *Nomia melanderi* (Halictidae), the World's Only Intensively Managed Ground-Nesting Bee. — *Annual Review of Entomology* 69: 99–116.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020623-013716>
- CANE J.H. & TEPEDINO V.J. (2017): Gauging the effect of honey bee pollen collection on native bee communities: *Apis* pollen depletion and native bees. — *Conservation Letters* 10: 205–210.
<https://doi.org/10.1111/conl.12263>
- CAPPELLARI A., BONALDI G., MEI M., PANICCIA D., CERRETTI P. & MARINI L. (2022): Functional traits of plants and pollinators explain resource overlap between honeybees and wild pollinators. — *Oecologia* 198: 1019–1029.
<https://doi.org/10.1007/s00442-022-05151-6>
- CASTELLI L., BRANCHICCELA B., GARRIDO M., INVERNIZZI C., PORRINI M., ROMERO H., SANTOS E., ZUNINO P. & ANTÚNEZ K. (2020): Impact of Nutritional Stress on Honeybee Gut Microbiota, Immunity, and *Nosema ceranae* Infection. — *Microbial Ecology* 80: 908–919. <https://doi.org/10.1007/s00248-020-01538-1>
- COLLA S.R., OTTERSTATTER M.C., GEGEAR R.J. & THOMSON J.D. (2006): Plight of the bumble bee: Pathogen spillover from commercial to wild populations. — *Biological Conservation* 129: 461–467.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.11.013>
- COUVILLON M., FENSOME K.A., QUAH S.K. & SCHÜRCH R. (2014a): Summertime blues: August foraging leaves honey bees empty-handed. — *Communicative & Integrative Biology* 7: e28821.
<https://doi.org/10.4161/cib.28821>
- COUVILLON M., SCHÜRCH R. & RATNIEKS F.L.W. (2014b): Waggle Dance Distances as Integrative Indicators of Seasonal Foraging Challenges. — *PLoS ONE* 9: e93495.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093495>
- CUTHBERTSON A.G.S., WAKEFIELD M.E., POWELL M.E., MARRIS G., ANDERSON H., BUDGE G.E., MATHERS J.J., BLACKBURN L.F. & BROWN M.A. (2013): The small hive beetle *Aethina tumida*: A review of its biology and control measures. — *Current Zoology* 59: 644–653.
<https://doi.org/10.1093/czoolo/59.5.644>
- DAHLE B. (2010): The role of *Varroa destructor* for honey bee colony losses in Norway. — *Journal of Apicultural Research* 49: 124–125.
<https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.26>
- DAI P., YAN Z., MA S., YANG Y., WANG Q., HOU C., WU Y., LIU Y. & DIAO Q. (2018): The Herbicide Glyphosate Negatively Affects Midgut Bacterial Communities and Survival of Honey Bee during Larvae Reared in Vitro. — *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66: 7786–7793.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02212>
- DAINAT B., EVANS J.D., CHEN Y.P., GAUTHIER L. & NEUMANN P. (2012): Dead or Alive: Deformed Wing Virus and *Varroa destructor* Reduce the Life Span of Winter Honeybees. — *Applied and Environmental Microbiology* 78: 981–987.
<https://doi.org/10.1128/AEM.06537-11>
- DANNER N., KELLER A., HÄRTEL S. & STEFFAN-DEWENTER I. (2017): Honey bee foraging ecology: Season but not landscape diversity shapes the amount and diversity of collected pollen. — *PLOS ONE* 12: e0183716.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183716>
- DI PASQUALE G., SALIGNON M., LE CONTE Y., BELZUNCES L.P., DECOURTYE A., KRETZSCHMAR A., SUCHAIL S., BRUNET J.-L. & ALAUX C. (2013): Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? — *PLoS ONE* 8: e72016.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>
- DI PRISCO G., CAVALIERE V., ANNOSCIA D., VARRICCHIO P., CAPRIO E., NAZZI F., GARGIULO G. & PENNACCHIO F.

- (2013): Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. — *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 18466–18471. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314923110>
- DIB (Deutscher Imkerbund e.V) (2017): Richtlinien für das Zuchtwesen des Deutschen Imkerbundes (ZRL). https://deutscherimkerbund.de/userfiles/Wissenschaft_Forschung_Zucht/Zuchtrichtlinien_06_2017_docx.pdf
- DOLEZAL A.G. & TOTH A.L. (2018): Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. — *Current Opinion in Insect Science* 26: 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.006>
- ECKERTER P.W., ALBRECHT M., BERTRAND C., GOBET E., HERZOG F., PFISTER S.C., TINNER W. & ENTLING M.H. (2022): Effects of temporal floral resource availability and non-crop habitats on broad bean pollination. — *Landscape Ecology* 37: 1573–1586. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01448-2>
- ELBGAMI T., KUNIN W.E., HUGHES W.O.H. & BIESMEIJER J.C. (2014): The effect of proximity to a honeybee apiary on bumblebee colony fitness, development, and performance. — *Apidologie* 45: 504–513. <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0265-y>
- FÖLDESI R., HOWLETT B.G., GRASS I. & BATÁRY P. (2021): Larger pollinators deposit more pollen on stigmas across multiple plant species—A meta-analysis. — *Journal of Applied Ecology* 58: 699–707. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13798>
- FORUP M.L. & MEMMOTT J. (2005): The relationship between the abundances of bumblebees and honeybees in a native habitat. — *Ecological Entomology* 30: 47–57. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00660.x>
- FRISCH K. (1964): *Aus dem Leben der Bienen, Verständliche Wissenschaft*. Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-00696-2>
- FÜRST M.A., MCMAHON D.P., OSBORNE J.L., PAXTON R.J. & BROWN M.J.F. (2014): Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. — *Nature* 506: 364–366. <https://doi.org/10.1038/nature12977>
- GANSER D., ALBRECHT M. & KNOP E. (2021): Wildflower strips enhance wild bee reproductive success. — *Journal of Applied Ecology* 58: 486–495. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13778>
- GARBUZOV M., COUVILLON M.J., SCHÜRCH R. & RATNIEKS F.L.W. (2015): Honey bee dance decoding and pollen-load analysis show limited foraging on spring-flowering oilseed rape, a potential source of neonicotinoid contamination. — *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203: 62–68. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.12.009>
- GARIBALDI L.A., STEFFAN-DEWENTER I., WINFREE R., AIZEN M.A., BOMMARCO R., CUNNINGHAM S.A., KREMEN C., CARVALHEIRO L.G., HARDER L.D., AFIK O., BARTOMEUS I., BENJAMIN F., BOREUX V., CARIVEAU D., CHACOFF N.P., DUDENHOFFER J.H., FREITAS B.M., GHAZOUL J., GREENLEAF S., HIPOLITO J., HOLZSCHUH A., HOWLETT B., ISAACS R., JAVOREK S.K., KENNEDY C.M., KREWENKA K.M., KRISHNAN S., MANDELIK Y., MAYFIELD M.M., MOTZKE I., MUNYULI T., NAULT B.A., OTIENO M., PETERSEN J., PISANTY G., POTTS S.G., RADER R., RICKETTS T.H., RUNDLOF M., SEYMOUR C.L., SCHUEPP C., SZENTGYORGYI H., TAKI H., TSCHARNTKE T., VERGARA C.H., VIANA B.F., WANGER T.C., WESTPHAL C., WILLIAMS N. & KLEIN A.M. (2013): Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. — *Science* 339: 1608–1611. <https://doi.org/10.1126/science.1230200>
- GELDMANN J. & GONZÁLEZ-VARO J.P. (2018): Conserving honey bees does not help wildlife. — *Science* 359: 392–393. <https://doi.org/10.1126/science.aar2269>
- GESLIN B., GAUZENS B., BAUDE M., DAJOZ I., FONTAINE C., HENRY M., ROPARS L., ROLLIN O., THÉBAULT E. & VEREECKEN N.J. (2017): Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant–Pollinator Interactions, in: *Advances in Ecological Research* 57: 147–199. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.10.007>
- GESLIN B., ROPARS L., ZAKARDJIAN M. & FLACHER F. (2022): The misplaced management of bees. — *Authorea Preprints*. <https://doi.org/10.22541/au.164319695.57033003/v1>
- GISDER S., AUMEIER P. & GENERSCH E. (2009): Deformed wing virus: replication and viral load in mites (*Varroa destructor*). — *Journal of General Virology* 90: 463–467. <https://doi.org/10.1099/vir.0.005579-0>
- GORAS G., TANANAKI C., DIMOU M., TSCHULIN T., PETANIDOU T. & THRASYVOULOU A. (2016): Impact of honeybee (*Apis mellifera* L.) density on wild bee foraging

- behaviour. — *Journal of Apicultural Science* 60: 49–62. <https://doi.org/10.1515/jas-2016-0007>
- GOULSON D. (2003a): Conserving wild bees for crop pollination. — *Journal of Food, Agriculture and Environment* 1(1): 142–144. http://www.isfae.org/scientificjournal/2003/issue1/abstracts/wild_bees_for_pollination.php
- GOULSON D. (2003b): Effects of introduced bees on native ecosystems. — *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 1–26. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>
- GOULSON D. (2013): An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. — *Journal of Applied Ecology* 50: 977–987. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12111>
- GOULSON D., PEAT J., STOUT J.C., TUCKER J., DARVILL B., DERWENT L.C. & HUGHES W.O.H. (2002): Can alloethism in workers of the bumblebee, *Bombus terrestris*, be explained in terms of foraging efficiency? — *Animal Behaviour* 64: 123–130. <https://doi.org/10.1006/anbe.2002.3041>
- GRATZER K. & BRODSCHNEIDER R. (2023): Die Konkurrenz von Honigbienen und Wildbienen im kritischen Kontext und Lektionen für den deutschsprachigen Raum. — *Entomologica Austriaca* 30: 247–285.
- GRAYSTOCK P., BLANE E.J., MCFREDERICK Q.S., GOULSON D. & HUGHES W.O.H. (2016): Do managed bees drive parasite spread and emergence in wild bees? — *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 5: 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2015.10.001>
- GRAYSTOCK P., GOULSON D. & HUGHES W.O.H. (2014): The relationship between managed bees and the prevalence of parasites in bumblebees. — *PeerJ* 2: e522. <https://doi.org/10.7717/peerj.522>
- GRAYSTOCK P., GOULSON D. & HUGHES W.O.H. (2015): Parasites in bloom: flowers aid dispersal and transmission of pollinator parasites within and between bee species. — *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282: 20151371. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1371>
- GREENLEAF S.S. & KREMEN C. (2006): Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. — *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 13890–13895. <https://doi.org/10.1073/pnas.0600929103>
- GREGORC A. & SAMPSON B. (2019): Diagnosis of Varroa Mite (*Varroa destructor*) and Sustainable Control in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies—A Review. — *Diversity* 11: 243. <https://doi.org/10.3390/d11120243>
- HABEL J.C., SAMWAYS M.J. & SCHMITT T. (2019): Mitigating the precipitous decline of terrestrial European insects: Requirements for a new strategy. — *Biodiversity and Conservation* 28: 1343–1360. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01741-8>
- HALLMANN C.A., SORG M., JONGEJANS E., SIEPEL H., HOFLAND N., SCHWAN H., STENMANS W., MÜLLER A., SUMSER H., HÖRREN T., GOULSON D. & DE KROON H. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. — *PLOS ONE* 12: e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- HASSETT J., BROWNE K.A., MCCORMACK G.P., MOORE E., SOCIETY N.I.H.B., SOLAND G. & GEARY M. (2018): A significant pure population of the dark European honey bee (*Apis mellifera mellifera*) remains in Ireland. — *Journal of Apicultural Research* 57: 337–350. <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1433949>
- HENRY M. & RODET G. (2018): Controlling the impact of the managed honeybee on wild bees in protected areas. — *Scientific Reports* 8: 9308. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27591-y>
- HENRY M. & RODET G. (2020): The Apiary Influence Range: A new paradigm for managing the cohabitation of honey bees and wild bee communities. — *Acta Oecologica* 105: 103555. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103555>
- HERBERTSSON L., LINDSTRÖM S.A.M., RUNDLÖF M., BOMMARCO R. & SMITH H.G. (2016): Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. — *Basic and Applied Ecology* 17: 609–616. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.05.001>
- HERRERA C.M. (2020): Gradual replacement of wild bees by honeybees in flowers of the Mediterranean Basin over the last 50 years. — *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 287: 20192657.
- HOEHN P., TSCHARNTKE T., TYLIANAKIS J.M. & STEFFAN-DEWENTER I. (2008): Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. — *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 275:

- 2283–2291.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0405>
- HOLZSCHUH A., DAINESE M., GONZÁLEZ-VARO J.P., MUDRI-STOJNIC S., RIEDINGER V., RUNDLÖF M., SCHEPER J., WICKENS J.B., WICKENS V.J., BOMMARCO R., KLEIJN D., POTTS S.G., ROBERTS S.P.M., SMITH H.G., VILÀ M., VUJIC A. & STEFFAN-DEWENTER I. (2016): Mass-flowering crops dilute pollinator abundance in agricultural landscapes across. — *Ecology Letters* 16: 1228–1236.
<https://doi.org/10.1111/ele.1265>
- HUDEWENZ A. & KLEIN A. (2015): Red mason bees cannot compete with honey bees for floral resources in a cage experiment. — *Ecology and Evolution* 5: 5049–5056.
<https://doi.org/10.1002/ece3.1762>
- HUNG K.-L.J., KINGSTON J.M., ALBRECHT M., HOLWAY D.A. & KOHN J.R. (2018): The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. — *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285: 20172140.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2140>
- INOUE D.W. (1978): Resource Partitioning in Bumblebees: Experimental Studies of Foraging Behavior. — *Ecology* 59: 672–678.
<https://doi.org/10.2307/1938769>
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) (2016): The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.
- IWASAKI J.M., BARRATT B.I.P., JANDT J.M., JOWETT T.W.D., LORD J.M., MERCER A.R. & DICKINSON K.J.M. (2020): Honey bees do not displace foraging bumble bees on nectar-rich artificial flowers. — *Apidologie* 51: 137–146.
<https://doi.org/10.1007/s13592-019-00690-z>
- IWASAKI J.M. & HOGENDOORN K. (2022): Mounting evidence that managed and introduced bees have negative impacts on wild bees: an updated review. — *Current Research in Insect Science* 2: 100043.
<https://doi.org/10.1016/j.cris.2022.100043>
- JEAN R.P. (2005): Quantifying a Rare Event: Pollen Theft by Honey Bees from Bumble Bees and Other Bees (Apoidea: Apidae, Megachilidae) Foraging at Flowers. — *Journal of the Kansas Entomological Society* 78: 172–175.
<https://doi.org/10.2317/0406.15.1>
- JEAVONS E., VAN BAAREN J. & LE LANN C. (2020): Resource partitioning among a pollinator guild: A case study of monospecific flower crops under high honeybee pressure. — *Acta Oecologica* 104: 103527.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103527>
- JEDICKE E., AUFDERHEIDE U., BERGMEIER E., BETZ O., BRUNZEL S., ECKERTER P., KIRMER A., KLATT M., KRAFT M., LUKAS A., MANN S., MODY K., SCHENKENBERGER J., SCHWENNINGER H., SETTELE J., STEIDLE J., TISCHEW S., WELK E., WOLTERS V. & WORM R. (2022): Gebietseigenes Saatgut – Chance oder Risiko für den Biodiversitätsschutz? - Ein Thesenpapier zur Umsetzung des § 40 BNatSchG. — *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 54: 12–21.
<https://doi.org/10.1399/NuL.2022.04.01>
- KELLER A., MCFREDERICK Q.S., DHARAMPAL P., STEFFAN S., DANFORTH B.N. & LEONHARDT S.D. (2021): (More than) Hitchhikers through the network: the shared microbiome of bees and flowers. — *Current Opinion in Insect Science* 44: 8–15.
<https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.09.007>
- KIM J.-Y. (1997): Female size and fitness in the leaf-cutter bee *Megachile apicalis*. — *Ecological Entomology* 22: 275–282.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.1997.00062.x>
- KLEIJN D. & RAEMAKERS I. (2008): A retrospective analysis of pollen host plant use by stable and declining bumble bee species. — *Ecology* 89: 1811–1823.
<https://doi.org/10.1890/07-1275.1>
- KLEIJN D., WINFREE R., BARTOMEUS I., CARVALHEIRO L.G., HENRY M., ISAACS R., KLEIN A.-M., KREMEN C., M'GONIGLE L.K., RADER R., RICKETTS T.H., WILLIAMS N.M., LEE ADAMSON N., ASCHER J.S., BÁLDI A., BATÁRY P., BENJAMIN F., BIESMEIJER J.C., BLITZER E.J., BOMMARCO R., BRAND M.R., BRETAGNOLLE V., BUTTON L., CARIVEAU D.P., CHIFFLET R., COLVILLE J.F., DANFORTH B.N., ELLE E., GARRATT M.P.D., HERZOG F., HOLZSCHUH A., HOWLETT B.G., JAUKE F., JHA S., KNOP E., KREWENKA K.M., LE FÉON V., MANDELIK Y., MAY E.A., PARK M.G., PISANTY G., REEMER M., RIEDINGER V., ROLLIN O., RUNDLÖF M., SARDIÑAS H.S., SCHEPER J., SCILIGO A.R., SMITH H.G., STEFFAN-DEWENTER I., THORP R., TSCHARNTKE T., VERHULST J., VIANA B.F., VAISSIÈRE B.E., VELDTMAN R., WARD K.L., WESTPHAL C. & POTTS S.G. (2015): Delivery of crop pollination services is an

- insufficient argument for wild pollinator conservation. — *Nature Communications* 6: 7414.
<https://doi.org/10.1038/ncomms8414>
- KLEIN A.-M., BRITTAI C., HENDRIX S.D., THORP R., WILLIAMS N. & KREMEN C. (2012): Wild pollination services to California almond rely on semi-natural habitat: Wild pollination services to California almond. — *Journal of Applied Ecology* 49: 723–732.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02144.x>
- KLEIN A.-M., VAISSIÈRE B.E., CANE J.H., STEFFAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S.A., KREMEN C. & TSCHARNTKE T. (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. — *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274: 303–313.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- KOHL P.L. & RUTSCHMANN B. (2018): The neglected bee trees: European beech forests as a home for feral honey bee colonies. — *PeerJ* 6: e4602.
<https://doi.org/10.7717/peerj.4602>
- 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.
- KRAUSCH S., BURGER H., NEUMÜLLER U., WOPPOWA L., SEITZ H., SCHWENNINGER H.R. & AYASSE M. (2018): Verbundprojekt BienABest – Evaluierung des Bestäuberpotenzials in der Agrarlandschaft. — *Mitteilungen des Entomologischen Vereins Stuttgart* 53: 13–14.
- KREMEN C. (2008): Bee pollination in agricultural ecosystems. Oxford University Press, Oxford ; New York.
- LAURINO D., LIOY S., CARISIO L., MANINO A. & PORPORATO M. (2019): *Vespa velutina*: An Alien Driver of Honey Bee Colony Losses. — *Diversity* 12: 5.
<https://doi.org/10.3390/d12010005>
- LÁZARO A., MÜLLER A., EBMER A.W., DATHE H.H., SCHEUCHL E., SCHWARZ M., RISCH S., PAULY A., DEVALEZ J., TSCHULIN T., GÓMEZ-MARTÍNEZ C., PAPAS E., PICKERING J., WASER N.M. & PETANIDOU T. (2021): Impacts of beekeeping on wild bee diversity and pollination networks in the Aegean Archipelago. — *Ecography* 44: 1353–1365.
<https://doi.org/10.1111/ecog.05553>
- LEMANSKI N.J., COOK C.N., SMITH B.H. & PINTER-WOLLMAN N. (2019): A Multiscale Review of Behavioral Variation in Collective Foraging Behavior in Honey Bees. — *Insects* 10: 370.
<https://doi.org/10.3390/insects10110370>
- LONDEI T. & MARZI G. (2023): Honey bees collecting pollen from the body surface of foraging bumble bees: a recurring behaviour. — *Apidologie* 55: 4.
<https://doi.org/10.1007/s13592-023-01049-1>
- LU C., HUNG Y.-T. & CHENG Q. (2020): A Review of Sub-lethal Neonicotinoid Insecticides Exposure and Effects on Pollinators. — *Current Pollution Reports* 6: 137–151.
<https://doi.org/10.1007/s40726-020-00142-8>
- MAGRACH A., GONZÁLEZ-VARO J.P., BOIFFIER M., VILÀ M. & BARTOMEUS I. (2017): Honeybee spillover reshuffles pollinator diets and affects plant reproductive success. — *Nature Ecology & Evolution* 1: 1299–1307.
<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0249-9>
- MALAGNINI V., CAPPELLARI A., MARINI L., ZANOTELLI L., ZORER R., ANGELI G., IORIATTI C. & FONTANA P. (2022): Seasonality and Landscape Composition Drive the Diversity of Pollen Collected by Managed Honey Bees. — *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6: 865368.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.865368>
- MALLINGER R.E., GAINES-DAY H.R. & GRATTON C. (2017): Do managed bees have negative effects on wild bees? A systematic review of the literature. — *PLoS ONE* 12: e0189268.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189268>
- MALLINGER R.E. & GRATTON C. (2015): Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop. — *Journal of Applied Ecology* 52: 323–330.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12377>
- MARTÍNEZ-LÓPEZ V., RUIZ C. & DE LA RÚA P. (2022): “Migratory beekeeping and its influence on the prevalence and dispersal of pathogens to managed and wild bees.” — *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 18: 184–193.
<https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.05.004>
- MATTHÄUS G., FROSCH M. & KRATSCHE D. (2012): Ablaufschemata zur artenschutzrechtlichen Prüfung bei Vorhaben nach § 44 Abs. 1 und 5 BNatSchG sowie der Ausnahmeprüfung nach § 45 Abs. 7 BNatSchG. — LUBW Fachdokument.
<https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/99214>
- MCMAHON D.P., FÜRST M.A., CASPAR J., THEODOROU P., BROWN M.J.F. & PAXTON R.J. (2015): A sting in the spit: widespread cross-infection of multiple RNA viruses across wild and managed bees. — *Journal of*

- Animal Ecology 84: 615–624.
<https://doi.org/10.1111/1365-2656.12345>
- MEEUS I., PARMENTIER L., PISMAN M., DE GRAAF D.C. & SMAGGHE G. (2021): Reduced nest development of reared *Bombus terrestris* within apiary dense human-modified landscapes. — Scientific Reports 11: 3755.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-82540-6>
- MLR BW (Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg) (2019): Bienenweidekatalog - Verbesserung der Bienenweide und des Artenreichtums, 6. aktualisierter Nachdruck. ed. Stuttgart.
<https://virtuelle-gaerten.uni-hohenheim.de/BWPKBW/download/Bienenweidekatalog-BW.pdf>
- MONCEAU K., BONNARD O. & THIÉRY D. (2014): *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. — Journal of Pest Science 87: 1–16.
<https://doi.org/10.1007/s10340-013-0537-3>
- MORANDIN L.A. & KREMEN C. (2013): Hedgerow restoration promotes pollinator populations and exports native bees to adjacent fields. — Ecological Applications 23: 829–839.
<https://doi.org/10.1890/12-1051.1>
- MORITZ R.F.A., KRAUS F.B., KRYGER P. & CREWE R.M. (2007): The size of wild honeybee populations (*Apis mellifera*) and its implications for the conservation of honeybees. — Journal of Insect Conservation 11: 391–397.
<https://doi.org/10.1007/s10841-006-9054-5>
- MOTTA E.V.S., MAK M., DE JONG T.K., POWELL J.E., O'DONNELL A., SUHR K.J., RIDDINGTON I.M. & MORAN N.A. (2020): Oral or Topical Exposure to Glyphosate in Herbicide Formulation Impacts the Gut Microbiota and Survival Rates of Honey Bees. — Applied and Environmental Microbiology 86: e01150-20.
<https://doi.org/10.1128/AEM.01150-20>
- MOTTA E.V.S. & MORAN N.A. (2023): The effects of glyphosate, pure or in herbicide formulation, on bumble bees and their gut microbial communities. — Science of The Total Environment 872: 162102.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162102>
- MOTTA E.V.S., RAYMANN K. & MORAN N.A. (2018): Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees. — Proceedings of the National Academy of Sciences 115: 10305–10310.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1803880115>
- NE'EMAN G., JÜRGENS A., NEWSTROM-LLOYD L., POTTS S.G. & DAFNI A. (2010): A framework for comparing pollinator performance: effectiveness and efficiency. — Biological Reviews 85: 435–451.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2009.00108.x>
- NEUMANN P. & CARRECK N.L. (2010): Honey bee colony losses. — Journal of Apicultural Research 49: 1–6.
<https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.01>
- NEUMANN P. & ELLIS J.D. (2008): The small hive beetle (*Aethina tumida* MURRAY, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species. — Journal of Apicultural Research 47: 181–183.
<https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101453>
- NEUMAYER J. (2006): Einfluss von Honigbienen auf das Nektarangebot und auf autochthone Blütenbesucher. — Entomologica Austriaca 13: 7–14.
- NEUMÜLLER U., BURGER H., MAYR A.V., HOPFENMÜLLER S., KRAUSCH S., HERWIG N., BURGER R., DIESTELHORST O., EMMERICH K., HAIDER M., KIEFER M., KONICEK J., KORNILCH J.-C., MOSER M., SAURE C., SCHANOWSKI A., SCHEUCHL E., SING J., WAGNER M., WITTER J., SCHWENNINGER H.R. & AYASSE M. (2022): Artificial Nesting Hills Promote Wild Bees in Agricultural Landscapes. — Insects 13: 726.
<https://doi.org/10.3390/insects13080726>
- NIELSDATTER M.G., LARSEN M., NIELSEN L.G., NIELSEN M.M. & RASMUSSEN C. (2021): History of the displacement of the European dark bee (*Apis mellifera mellifera*) in Denmark. — Journal of Apicultural Research 60: 13–18.
<https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1826111>
- NÜRNBERGER F., KELLER A., HÄRTEL S. & STEFFAN-DEWENTER I. (2019): Honey bee waggle dance communication increases diversity of pollen diets in intensively managed agricultural landscapes. — Molecular Ecology 28: 3602–3611.
<https://doi.org/10.1111/mec.15156>
- OLLERTON J., WINFREE R. & TARRANT S. (2011): How many flowering plants are pollinated by animals? — Oikos 120: 321–326.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- OPPERMANN R., HAIDER M., KRONENBITTER J., SCHWENNINGER H.R. & TORNIER I. (2013): Blühflächen in der Agrarlandschaft - Untersuchungen zu Blühmischungen, Honigbienen, Wildbienen und zur praktischen Umsetzung. Gesamtbericht zu wissenschaftlichen

- Begleituntersuchungen im Rahmen des Projekts Syngenta Bienenweide (Gesamtbericht). Gesamtbericht zu wissenschaftlichen Begleituntersuchungen im Rahmen des Projekts Syngenta Bienenweide.
- OTTERSTATTER M.C. & THOMSON J.D. (2008): Does Pathogen Spillover from Commercially Reared Bumble Bees Threaten Wild Pollinators? — PLoS ONE 3: e2771.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002771>
- PAGE M.L., NICHOLSON C.C., BRENNAN R.M., BRITZMAN A.T., GREER J., HEMBERGER J., KAHL H., MÜLLER U., PENG Y., ROSENBERGER N.M., STULIGROSS C., WANG L., YANG L.H. & WILLIAMS N.M. (2021): A meta-analysis of single visit pollination effectiveness comparing honeybees and other floral visitors. — American Journal of Botany 108: 2196–2207.
<https://doi.org/10.1002/ajb2.1764>
- PAUW A. & HAWKINS J.A. (2011): Reconstruction of historical pollination rates reveals linked declines of pollinators and plants. — Oikos 120: 344–349.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.19039.x>
- PEAT J., TUCKER J. & GOULSON D. (2005): Does intraspecific size variation in bumblebees allow colonies to efficiently exploit different flowers? — Ecological Entomology 30: 176–181.
<https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00676.x>
- PEREIRA N.C., DINIZ T.O. & TAKASUSUKI M.C.C.R. (2020): Sublethal effects of neonicotinoids in bees: a review. — Scientific Electronic Archives 13: 142.
<https://doi.org/10.36560/13720201120>
- PETERSON JASON H., ROITBERG B.D. & PETERSON J. H. (2006): Impacts of flight distance on sex ratio and resource allocation to offspring in the leafcutter bee, *Megachile rotundata*. — Behavioral Ecology and Sociobiology 59: 589–596.
<https://doi.org/10.1007/s00265-005-0085-9>
- PIOT N., SCHWEIGER O., MEEUS I., YAÑEZ O., STRAUB L., VILLAMAR-BOUZA L., DE LA RÚA P., JARA L., RUIZ C., MALMSTRÖM M., MUSTAFA S., NIELSEN A., MÄND M., KARISE R., TLAK-GAJGER I., ÖZGÖR E., KESKIN N., DIÉVART V., DALMON A., GAJDA A., NEUMANN P., SMAGGHE G., GRAYSTOCK P., RADZEVIČIŪTĖ R., PAXTON R.J. & DE MIRANDA J.R. (2022): Honey bees and climate explain viral prevalence in wild bee communities on a continental scale. — Scientific Reports 12: 1904.
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-05603-2>
- PISTORIUS J., BISCHOFF G. & HEIMBACH U. (2009): Bienenvergiftung durch Wirkstofffabrieb von Saatgutbehandlungsmitteln während der Maisaussaat im Frühjahr 2008. — Journal Für Kulturpflanzen 61: 9–14.
- POTTS S.G., IMPERATRIZ-FONSECA V., NGO H.T., AIZEN M.A., BIESMEIJER J.C., BREEZE T.D., DICKS L.V., GARIBALDI L.A., HILL R., SETTELE J. & VANBERGEN A.J. (2016): Safeguarding pollinators and their values to human well-being. — Nature 540: 220–229.
<https://doi.org/10.1038/nature20588>
- POTTS S.G., ROBERTS S.P.M., DEAN R., MARRIS G., BROWN M.A., JONES R., NEUMANN P. & SETTELE J. (2010): Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. — Journal of Apicultural Research 49: 15–22.
<https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.02>
- RADER R., BARTOMEUS I., GARIBALDI L.A., GARRATT M.P.D., HOWLETT B.G., WINFREE R., CUNNINGHAM S.A., MAYFIELD M.M., ARTHUR A.D., ANDERSSON G.K.S., BOMMARCO R., BRITTAIN C., CARVALHEIRO L.G., CHACOFF N.P., ENTLING M.H., FOULLY B., FREITAS B.M., GEMMILL-HERREN B., GHAZOU L., GRIFFIN S.R., GROSS C.L., HERBERTSSON L., HERZOG F., HIPÓLITO J., JAGGAR S., JAUKE F., KLEIN A.-M., KLEIJN D., KRISHNAN S., LEMOS C.Q., LINDSTRÖM S.A.M., MANDELIK Y., MONTEIRO V.M., NELSON W., NILSSON L., PATTEMORE D.E., DE O. PEREIRA N., PISANTY G., POTTS S.G., REEMER M., RUNDLÖF M., SHEFFIELD C.S., SCHEPER J., SCHÜEPP C., SMITH H.G., STANLEY D.A., STOUT J.C., SZENTGYÖRGYI H., TAKI H., VERGARA C.H., VIANA B.F. & WOYCIECHOWSKI M. (2016): Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. — Proceedings of the National Academy of Sciences 113: 146–151.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>
- RADER R., HOWLETT B.G., CUNNINGHAM S.A., WESTCOTT D.A., NEWSTROM-LLOYD L.E., WALKER M.K., TEULON D.A.J. & EDWARDS W. (2009): Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as the honeybee in a mass flowering crop. — Journal of Applied Ecology 46: 1080–1087.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01700.x>
- RADER R., REILLY J., BARTOMEUS I. & WINFREE R. (2013): Native bees buffer the negative impact of climate warming on honey bee pollination of watermelon crops. — Global Change Biology 19: 3103–3110.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12264>
- RAINE N.E. & RUNDLÖF M. (2024): Pesticide exposure and effects on non-*Apis* bees. — Annual Review of

- Entomology 69: 551–576.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-040323-020625>
- RASMUSSEN C., DUPONT Y.L., MADSEN H.B., BOGUSCH P., GOULSON D., HERBERTSSON L., MAIA K.P., NIELSEN A., OLESEN J.M., POTTS S.G., ROBERTS S.P.M., SYDENHAM M.A.K. & KRYGER P. (2021): Evaluating competition for forage plants between honey bees and wild bees in Denmark. — *PLOS ONE* 16: e0250056.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250056>
- RAVOET J., DE SMET L., MEEUS I., SMAGGHE G., WENSELEERS T. & DE GRAAF D.C. (2014): Widespread occurrence of honey bee pathogens in solitary bees. — *Journal of Invertebrate Pathology* 122: 55–58.
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.08.007>
- REQUIER F., ODOUX J.-F., TAMIC T., MOREAU N., HENRY M., DECOURTYE A. & BRETAGNOLLE V. (2015): Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. — *Ecological Applications* 25: 881–890.
<https://doi.org/10.1890/14-1011.1>
- REQUIER F., PAILLET Y., LAROCHE F., RUTSCHMANN B., ZHANG J., LOMBARDI F., SVOBODA M. & STEFFAN-DEWENTER I. (2020): Contribution of European forests to safeguard wild honeybee populations. — *Conservation Letters* 13: e12693.
<https://doi.org/10.1111/conl.12693>
- RIBEIRO M.F. (1994): Growth in bumble bee larvae: relation between development time, mass, and amount of pollen ingested. — *Canadian Journal of Zoology* 72: 1978–1985.
<https://doi.org/10.1139/z94-270>
- RICHTER D. (2019): Sicherheit vor Pestiziden in Europa? – Gefährliche Formen der Zusammenarbeit von EU und Mitgliedstaaten am Beispiel der Neu-Genehmigung von Glyphosat. — *Zeitschrift für europarechtliche Studien* 22: 219–334.
<https://doi.org/10.5771/1435-439X-2019-2-219>
- ROFFET-SALQUE M., REGERT M., EVERSHERD R.P., OUTRAM A.K., CRAMP L.J.E., DECAVALLAS O., DUNNE J., GERBAULT P., MILETO S., MIRABAUD S., PÄÄKKÖNEN M., SMYTH J., ŠOBERL L., WHELTON H.L., ALDAY-RUIZ A., ASPLUND H., BARTKOWIAK M., BAYER-NIEMEIER E., BELHOUCHE L., BERNARDINI F., BUDJA M., COONEY G., CUBAS M., DANAHER E.M., DINIZ M., DOMBORÓCZKI L., FABBRI C., GONZÁLEZ-URQUIJO J.E., GUILAINE J., HACHI S., HARTWELL B.N., HOFMANN D., HOHLE I., IBÁÑEZ J.J., KARUL N., KHERBOUCHE F., KIELY J., KOTSAKIS K., LUETH F., MALLORY J.P., MANEN C., MARCINIAK A., MAURICE-CHABARD B., MC GONIGLE M.A., MULAZZANI S., ÖZDOĞAN M., PERIĆ O.S., PERIĆ S.R., PETRASCH J., PÉTREQUIN A.-M., PÉTREQUIN P., POENSGEN U., JOSHUA POLLARD C., POPLIN F., RADI G., STADLER P., STÄUBLE H., TASIĆ N., UREM-KOTSOU D., VUKOVIĆ J.B., WALSH F., WHITTLE A., WOLFRAM S., ZAPATA-PEÑA L. & ZOUGHLAMI J. (2015): Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. — *Nature* 527: 226–230.
<https://doi.org/10.1038/nature15757>
- ROLLIN O., BRETAGNOLLE V., DECOURTYE A., APTEL J., MICHEL N., VAISSIÈRE B.E. & HENRY M. (2013): Differences of floral resource use between honey bees and wild bees in an intensive farming system. — *Agriculture, Ecosystems & Environment* 179: 78–86.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.07.007>
- ROPARS L., AFFRE L., SCHURR L., FLACHER F., GENOUD D., MUTILLOD C. & GESLIN B. (2020): Land cover composition, local plant community composition and honeybee colony density affect wild bee species assemblages in a Mediterranean biodiversity hotspot. — *Acta Oecologica* 104: 103546.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103546>
- ROPARS L., AFFRE L., THÉBAULT É. & GESLIN B. (2022): Seasonal dynamics of competition between honey bees and wild bees in a protected Mediterranean scrubland. — *Oikos* 2022.
<https://doi.org/10.1111/oik.08915>
- ROPARS L., DAJOZ I., FONTAINE C., MURATET A. & GESLIN B. (2019): Wild pollinator activity negatively related to honey bee colony densities in urban context. — *PLoS ONE* 14: e0222316.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222316>
- ROUBIK D.W. (1978): Competitive interactions between neotropical pollinators and africanized honey bees. — *Science* 201: 1030–1032.
- ROULSTON T.H. & GOODELL K. (2011): The Role of Resources and Risks in Regulating Wild Bee Populations. — *Annual Review of Entomology* 56: 293–312.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120709-144802>
- SÁEZ A., AIZEN M.A., MEDICI S., VIEL M., VILLALOBOS E. & NEGRI P. (2020): Bees increase crop yield in an alleged pollinator-independent almond variety. — *Scientific Reports* 10: 3177.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-59995-0>

- SÁNCHEZ-BAYO F. & WYCKHUYS K.A.G. (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. — *Biological Conservation* 232: 8–27.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- SAUBERER N., VENDLER L. & KRATSCHEMER S. (2023): Honigbienen stehlen Wildbienen ihren gesammelten Pollen. — *Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich - BCBEA* 7(1): 29–34.
- SCHELLHORN N.A., GAGIC V. & BOMMARCO R. (2015): Time will tell: resource continuity bolsters ecosystem services. — *Trends in Ecology & Evolution* 30: 524–530.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.007>
- SCHEPER J., BOMMARCO R., HOLZSCHUH A., RIEDINGER V., ROBERTS S.P.M., RUNDLÖF M., SMITH H.G., STEFFAN-DEWENTER I., WICKENS J.B., WICKENS V.J. & KLEIJN D. (2015): Local and landscape-level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries. — *Journal of Animal Ecology* 52: 1165–1175.
<https://doi.org/doi: 10.1111/1365-2664.12479>
- SCHEPER J., REEMER M., VAN KATS R., OZINGA W.A., VAN DER LINDEN G.T.J., SCHAMINÉE J.H.J., SIEPEL H. & KLEIJN D. (2014): Museum specimens reveal loss of pollen host plants as key factor driving wild bee decline in The Netherlands. — *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111: 17552–17557.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1412973111>
- SCHUCHL E., SCHWENNINGER H., BURGER R., DIESTELHORST O., KUHLMANN M., SAURE C., SCHMID-EGGER C. & SILLÓ N. (2023): Die Wildbienenarten Deutschlands Kritisches Verzeichnis und aktualisierte Checkliste der Wildbienen Deutschlands (Hymenoptera, Anthophila). — *Anthophila* 1: 25–138.
- SCHWENNINGER H.R., HAIDER M., PROSI R., HERRMANN H., KLEMM M., MAUSS V. & SCHANOVSKI A. (im Druck): Rote Liste und Verzeichnis der Wildbienen Baden-Württembergs, in: LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Ed.), Rote Liste Und Verzeichnis Der Wildbienen Baden-Württembergs, Naturschutz-Praxis. Artenschutz. Karlsruhe.
- SCHWENNINGER H.R. & SCHUCHL E. (2016): Rückgang von Wildbienen, mögliche Ursachen und Gegenmaßnahmen (Hymenoptera: Anthophila). — *Mitteilungen des Entomologischen Vereins Stuttgart* 51: 21–23.
- SEELEY T.D. & MORSE R.A. (1976): The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). — *Insectes Sociaux* 23: 495–512.
<https://doi.org/10.1007/BF02223477>
- SEELEY T.D. & SMITH M.L. (2015): Crowding honeybee colonies in apiaries can increase their vulnerability to the deadly ectoparasite *Varroa destructor*. — *Apidologie* 46: 716–727.
<https://doi.org/10.1007/s13592-015-0361-2>
- STEFFAN-DEWENTER I. & TSCHARNTKE T. (2000): Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. — *Oecologia* 122: 288–296.
<https://doi.org/10.1007/s004420050034>
- STRAUB L., STROBL V., YAÑEZ O., ALBRECHT M., BROWN M.J.F. & NEUMANN P. (2022): Do pesticide and pathogen interactions drive wild bee declines? — *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 18: 232–243.
<https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.06.001>
- STREICHER T., TEHEL A., TRAGUST S. & PAXTON R.J. (2023): Experimental viral spillover can harm *Bombus terrestris* workers under field conditions. — *Ecological Entomology* 48: 81–89.
<https://doi.org/10.1111/een.13203>
- SUTTER L., JEANNERET P., BARTUAL A.M., BOCCI G. & ALBRECHT M. (2017): Enhancing plant diversity in agricultural landscapes promotes both rare bees and dominant crop-pollinating bees through complementary increase in key floral resources. — *Journal of Applied Ecology* 54: 1856–1864.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12907>
- SUVK (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin) (2019): Strategie zum Schutz und zur Förderung von Bienen und anderen Bestäubern in Berlin.
<https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:109-1-15411011>
- TARIC E., GLAVINIC U., STEVANOVIC J., VEJNOVIC B., ALEKSIC N., DIMITRIJEVIC V. & STANIMIROVIC Z. (2019): Occurrence of honey bee (*Apis mellifera* L.) pathogens in commercial and traditional hives. — *Journal of Apicultural Research* 58: 433–443.
<https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1554231>
- TASEI J.-N. & PICART M. (1973): Le comportement de nidification chez *Osmia* (*Osmia*) *cornuta* LATR. et *Osmia* (*Osmia*) *rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae). — *Apidologie* 4: 195–225.
<https://doi.org/10.1051/apido:19730301>
- TEHEL A., BROWN M.J. & PAXTON R.J. (2016): Impact of managed honey bee viruses on wild bees. —

- Current Opinion in Virology 19: 16–22.
<https://doi.org/10.1016/j.coviro.2016.06.006>
- TEHEL A., STREICHER T., TRAGUST S. & PAXTON R.J. (2022): Experimental cross species transmission of a major viral pathogen in bees is predominantly from honeybees to bumblebees. — Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 289: 20212255.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2255>
- TEPEDINO V.J. & TORCHIO P.F. (1982): Phenotypic variability in nesting success among *Osmia lignaria propinqua* females in a glasshouse environment: (Hymenoptera: Megachilidae). — Ecological Entomology 7: 453–462.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1982.tb00688.x>
- THOMSON D. (2004): Competitive interactions between the invasive european honey bee and native bumble bees. — Ecology 85: 458–470.
<https://doi.org/10.1890/02-0626>
- TIEFENTHALER H. & FRANK L. (2023): Wo sind die Wildbienen? — Natur+Umwelt 28–29.
- TOBIN K.B., MANDES R., MARTINEZ A. & SADD B.M. (2024): A simulated natural heatwave perturbs bumblebee immunity and resistance to infection. — Journal of Animal Ecology 93: 171–182.
<https://doi.org/10.1111/1365-2656.14041>
- TORNÉ-NOGUERA A., RODRIGO A., OSORIO S. & BOSCH J. (2016): Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. — Basic and Applied Ecology 17: 199–209.
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.11.004>
- TRITSCHLER M., VOLLMANN J.J., YAÑEZ O., CHEJANOVSKY N., CRAILSHEIM K. & NEUMANN P. (2017): Protein nutrition governs within-host race of honey bee pathogens. — Scientific Reports 7: 14988.
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-15358-w>
- TSCHARNTKE T., KLEIN A.M., KRUESS A., STEFFAN-DEWENTER I. & THIES C. (2005): Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – Ecosystem service management. — Ecology Letters 8: 857–874.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- UHL P. & BRÜHL C. (2019): The impact of pesticides on flower-visiting insects: a review with regard to european risk assessment. — Environmental Toxicology and Chemistry 38: 2355–2370.
<https://doi.org/10.1002/etc.4572>
- VALIDO A., RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ M.C. & JORDANO P. (2019): Honeybees disrupt the structure and functionality of plant-pollinator networks. — Scientific Reports 9: 4711.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-41271-5>
- VAN KLINK R., BOWLER D.E., GONGALSKY K.B., SWENGEL A.B., GENTILE A. & CHASE J.M. (2020): Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. — Science 368: 417–420.
<https://doi.org/10.1126/science.aax9931>
- VANBERGEN A.J. & THE INSECT POLLINATORS INITIATIVE (2013): Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. — Frontiers in Ecology and the Environment 11: 251–259.
<https://doi.org/10.1890/120126>
- VENTURINI E.M., DRUMMOND F.A., HOSHIDE A.K., DIBBLE A.C. & STACK L.B. (2017): Pollination reservoirs for wild bee habitat enhancement in cropping systems: a review. — Agroecology and Sustainable Food Systems 41: 101–142.
<https://doi.org/10.1080/21683565.2016.1258377>
- VIDAU C., DIOGON M., AUFAUVRE J., FONTBONNE R., VIGUÈS B., BRUNET J.-L., TEXIER C., BIRON D.G., BLOT N., EL ALAOU H., BELZUNCES L.P. & DELBAC F. (2011): Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by *Nosema ceranae*. — PLoS ONE 6: e21550.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021550>
- VISSCHER P.K. & SEELEY T.D. (1982): Foraging Strategy of Honeybee Colonies in a Temperate Deciduous Forest. — Ecology 63: 1790.
<https://doi.org/10.2307/1940121>
- WALTHER-HELLWIG K., FOKUL G., FRANKL R., BÜCHLER R., EKSCHMITT K. & WOLTERS V. (2006): Increased density of honeybee colonies affects foraging bumblebees. — Apidologie 37: 517–532.
<https://doi.org/10.1051/apido:2006035>
- WESTERKAMP C. (1991): Honeybees are poor pollinators - why? — Plant Systematics and Evolution 177: 71–75.
- WESTRICH P. (2018): Die Wildbienen Deutschlands. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.
- WESTRICH P., FROMMER U., MANDERY K., RIEMANN H., RUHNKE H., SAURE C. & VOITH J. (2011): Rote Liste und Gesamtenliste der Bienen (Hymenoptera: Apidae)

- Deutschlands. — In: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1), 70. Landwirtschaftsverlag - Naturschutz und Biologische Vielfalt, Münster, pp. 373–416.
- WESTRICH P., SCHWENNINGER H.R. & KLEMM M. (1994): Das Schutzprogramm "Wildbienen Baden-Württembergs": Konzeption und erste Ergebnisse. — Beiträge zur 1. Hymenopterologen-Tagung Stuttgart 18–20.
- WIGNALL V.R., CAMPBELL HARRY I., DAVIES N.L., KENNY S.D., MCMINN J.K. & RATNIEKS F.L.W. (2020): Seasonal variation in exploitative competition between honeybees and bumblebees. — *Oecologia* 192: 351–361.
<https://doi.org/10.1007/s00442-019-04576-w>
- WOJCIK V.A., MORANDIN L.A., DAVIES ADAMS L. & ROURKE K.E. (2018): Floral resource competition between honey bees and wild bees: is there clear evidence and can we guide management and conservation? — *Environmental Entomology* 47: 822–833.
<https://doi.org/10.1093/ee/nvy077>
- WOOD T.J., KAPLAN I. & SZENDREI Z. (2018): Wild bee pollen diets reveal patterns of seasonal foraging resources for honey bees. — *Frontiers in Ecology and Evolution* 6: 210.
<https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00210>
- WOODCOCK B.A., ISAAC N.J.B., BULLOCK J.M., ROY D.B., GARTHWAITE D.G., CROWE A. & PYWELL R.F. (2016): Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England. — *Nature Communications* 7: 12459.
<https://doi.org/10.1038/ncomms12459>
- YAÑEZ O., PIOT N., DALMON A., DE MIRANDA J.R., CHANTAWANNAKUL P., PANZIERA D., AMIRI E., SMAGGHE G., SCHROEDER D. & CHEJANOVSKY N. (2020): Bee Viruses: Routes of Infection in Hymenoptera. — *Frontiers in Microbiology* 11: 943.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00943>
- ZURBUCHEN A., CHEESMAN S., KLAIBER J., MÜLLER A., HEIN S. & DORN S. (2010a): Long foraging distances impose high costs on offspring production in solitary bees. — *Journal of Animal Ecology* 79: 674–681.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01675.x>
- ZURBUCHEN A., LANDERT L., KLAIBER J., MÜLLER A., HEIN S. & DORN S. (2010b): Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. — *Biological Conservation* 143: 669–676.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>