

NABU-Standpunkt | Honigbienen in Naturschutzgebieten

Einordnung der Honigbienenkonkurrenz als Gefährdungsfaktor für Wildbienen in Naturschutzgebieten

Die Konkurrenz von Honigbienen und Wildbienen ist ein Faktor, dessen Auswirkung vermutlich weit hinter den anderen Treibern steht, aber dennoch aktuell stark diskutiert wird, weil er zu einer zusätzlichen Belastung führen könnte. In diesem Standpunkt soll die Gefährdungssituation von Wildbienen durch Honigbienen in Naturschutzgebieten eingeordnet und besprochen werden.

Ausgangslage

Seit Jahrzehnten ist bekannt, dass Insektenpopulationen stark zurückgehen und immer mehr Arten aussterben (z. B. Kluser und Peduzzi 2007, Hallman et al. 2017, van Klink et al. 2020). Als Treiber der Biodiversitätskrise werden in der Literatur vor allem die veränderte Landnutzung, die Verschmutzung, der Klimawandel, die direkte Ausbeutung und invasive Arten genannt (IPBES 2019, Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019, Wagner et al. 2021). Vor allem die ersten drei Faktoren wirken sich auch in Deutschland stark auf den Verlust von Nahrungsressourcen und Lebensraum für Insekten aus. Monotone Flächen mit wenig Strukturvielfalt in der Agrarlandschaft, versiegelte Flächen, Lichtverschmutzung und vor allem auch der starke Einsatz von Pestiziden führen zu immer weniger naturnahen Flächen, die den Insekten als Habitate dienen (IPBES 2016, IPBES 2019, Habel et al. 2019, Seibold et al. 2019, Wagner et al. 2021, Liess et al. 2021, Raven & Wagner 2021, Outhwaite et al. 2022).

Deutschlandweit stellen Hautflügler die artenreichste Insektengruppe dar. Von den ca. 9300 heimischen Arten innerhalb dieser Gruppe, gehören 605 Arten zu der Familie *Apidae*, den Bienen, u.a. auch die Honigbiene (*Apis mellifera*) (Scheuchl et al. 2023). Alle anderen Bienenarten werden umgangssprachlich als "Wildbienen" bezeichnet. Die in Deutschland in der Roten Liste bewerteten 557 Wildbienenarten sind zu 48 % in ihrem Bestand gefährdet oder bereits ausgestorben. Fünf Prozent der Arten sind extrem selten, acht Prozent stehen auf der Vorwarnliste und bei drei Prozent ist die Gefährdungssituation aufgrund fehlender Daten unbekannt. Lediglich 37 % der 557 bewerteten Wildbienenarten sind ungefährdet (Westrich et al. 2011).

Honigbienen werden fast ausschließlich vom Menschen gehalten und können in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Ursprünglich gehörte auch die Honigbiene zu den in Europa wild lebenden Arten. Die in Deutschland ehemals beheimatete Honigbienen-Unterart *Apis mellifera mellifera* (Dunkle Honigbiene) hat sich innerartlich mit anderen



Kontakt

NABU-Bundesgeschäftsstelle
Konstantin Kreiser
Fachbereichsleiter Naturschutzpolitik

Tel. +49 30 284984-1614
Konstantin.Kreiser@NABU.de

Dr. Laura Breitkreuz
Referentin für Biodiversität und
Entomologie

Tel. +49 30 284984-1577
Laura.Breitkreuz@NABU.de



Wildbienen im Bestand gefährdet

Die in Deutschland in der Roten Liste bewerteten 557 Wildbienenarten sind zu 48 % in ihrem Bestand gefährdet oder bereits ausgestorben.

Linien oder Unterarten vermischt und kann aufgrund der invasiven Ausbreitung der aus Asien stammenden Varroa-Milbe, sowie anderer Pathogene, nur noch durch den Menschen in ähnlichen Populationsgrößen wie vor der *Varroa*-Ausbreitung aufrechterhalten werden (Loftus et al. 2016, Flügel 2011, Nielsdatter et al. 2021). Bei den heutzutage gehaltenen Westlichen Honigbienen handelt es sich meist um die *Carnica*-Unterart und die Buckfastbiene, eine Zuchtform, die besonders beständig und friedfertig ist und hohe Honigerträge liefert.

Im Jahr 2022 wurden in Deutschland insgesamt 996.000 Bienenvölker gezählt (BMEL 2022). Das entspricht einem Durchschnitt von 2,8 Völkern pro Quadratkilometer. Im Jahr 1951 waren es nach Angaben des deutschen Imkerbundes noch 2.082.578 Völkerbienen. Zwischen 1950-1955 lag die Erzeugung von Honig in Deutschland bei durchschnittlich 11.420 t (BMEL 1956) und zwischen 2018-2022 bei durchschnittlich 27.140 t (BMEL 2022). Demzufolge wird heute mehr als doppelt so viel Honig produziert, wie noch in den 1950er Jahren, obwohl sich die Zahl der Bienenvölker halbiert hat. Nach einer starken Reduktion der Honigbienenvölkerzahlen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, steigen die Zahlen der Honigbienenvölker seit ca. 2010 wieder stetig an. Die Zahlen sind allerdings kritisch zu betrachten. Es gibt zwar Zahlen zur Menge der Honigbienenvölker in Deutschland, jedoch kein zentrales, öffentlich zugängliches, digitales Register für Honigbienenvölker und deren Standorte. Um regionale Dichten von Honigbienenvölkern einschätzen zu können, ist ein solches Register unabdingbar.

Gibt es in Deutschland eine Konkurrenz zwischen Wildbienen und Honigbienen?

Wenn Organismen die gleiche begrenzte Ressource nutzen und sich dadurch wechselseitig beeinträchtigen, spricht man von Konkurrenz. Das Wort Konkurrenz selbst ist nicht automatisch negativ zu werten und gehört zu einem natürlichen, ausgeglichenen Ökosystem dazu. Je nach Populationsdichte der Honigbienen in Zusammenhang mit dem vorhandenen Nahrungsangebot, kann es zu stärkerer oder schwächerer Konkurrenz kommen. Honig- und Wildbienen sammeln Nektar und Pollen von Blühpflanzen, weshalb es oft zur sogenannten Nischenüberlappung kommt, wodurch in vielen Situationen eine Konkurrenz gegeben ist (Rasmussen et al. 2020). Die Westliche Honigbiene ist polylektisch, sie benutzt also viele verschiedene Pflanzenarten als Pollen- und Nektarquelle. Im Gegensatz dazu sind einige Wildbienenarten oligolektisch, also auf spezifische Pflanzenarten oder -gruppen angewiesen. Vor allem beim Sammeln von Pollen sind viele Wildbienen auf bestimmte Arten spezialisiert, wohingegen sie bei Nektar meist nicht so wählerisch sind (Rasmussen et al. 2020). In Deutschland wurde berechnet, dass Honigbienen etwa an einem Drittel aller Pflanzenarten sammeln, die auch Wildbienen als Nahrungsquelle nutzen (Steffan-Dewenter & Tschartke 2000). Für einzelne Bienearten sind diese Zahlen höher oder niedriger (Zurbuchen & Müller 2012). Da Wildbienen sehr divers sind und viele verschiedene Lebensweisen haben, die entsprechende ökologische Nischen besetzen, stehen nicht alle Arten in Konkurrenz mit der Honigbiene, sondern haben teilweise keine Nischenüberlappung.



Konkurrenz um Blühpflanzen

Die Westliche Honigbiene ist polylektisch, sie benutzt also viele verschiedene Pflanzenarten als Pollen- und Nektarquelle. Im Gegensatz dazu sind einige Wildbienenarten oligolektisch, also auf spezifische Pflanzenarten oder -gruppen angewiesen. Dadurch kommt es oft zur sogenannten Nischenüberlappung, wodurch in vielen Situationen eine Konkurrenz gegeben ist (Rasmussen et al. 2020)

Ein Honigbienenvolk sammelt im Durchschnitt pro Jahr in Deutschland 10-30 kg Pollen und 120-180 kg Nektar (Seeley 1995, Sudgen et al. 1996, Keller et al. 2005). Um diese Menge in ein Verhältnis zu setzen, haben Hamm et al. (2008) ausgerechnet, wie viele Brutzellen von Solitärbiene mit der von Honigbienen an bestimmten Pflanzen gesammelten Pollenmengen versorgt werden könnten (44070 Brutzellen von *Osmia bicornis*, 7761 Brutzellen von *Megachile lapponica* oder 8853 Brutzellen von *Heriades truncorum*). Honigbienen haben einen weitaus größeren Flug- und Sammelradius als Wildbienen. Sie fliegen bis zu 10 km weit, sammeln aber meistens in einer Entfernung von etwa einem Kilometer vom Bienenstock (Couvillon et al. 2014). Wildbienen fliegen weniger weit als Honigbienen. Um Nektar und Pollen zu sammeln und halten sich Wildbienen, je nach Art, in einem Radius von bis zu einem Kilometer um ihr Nest auf, meist aber deutlich weniger (Zurbuchen et al. 2010).

Einordnung der Honigbienenkonkurrenz als Gefährdungsfaktor für Wildbienen

Wildbienen sind eigentlich nicht durch Honigbienen bedroht, sondern durch einen Mangel an natürlichem Lebensraum. Gäbe es mehr Nektar- und Pollenangebot in der Landschaft, hätten höhere Honigbienenbestände einen viel geringeren Effekt auf Wildbienenpopulationen. Bei ausreichendem diversen Blühangebot besteht auch kaum eine Gefahrensituation durch Konkurrenz, da Wildbienen ausweichen können. Wildbienenpopulationen sind unzähligen Stressoren ausgesetzt, allen voran dem Lebensraumverlust durch monotone Agrarlandschaften ohne Strukturvielfalt, der immer knapper werdenden Nahrungsquellen (u. a. durch den Einsatz von Herbiziden), dem Verlust natürlicher (blühender) Flächen, sowie dem erhöhten Einsatz von weiteren Pestiziden, die Insekten teilweise aktiv vergiften (Carivaeu & Winfree 2015, James & Xu 2012, IPBES 2016). Diese Problematik muss unbedingt politisch stärker und schneller in den Fokus gerückt werden. Doch angesichts der existierenden Stressoren für Wildbienen, muss auch die Honigbiene als möglicher weiterer Gefährdungsfaktor eingeordnet und besprochen werden. Solange es nicht genügend natürlichen Lebensraum für Insekten gibt, müssen so viele weitere Stressoren wie möglich reduziert werden.

Die mögliche Gefährdung von Wildbienen durch die Anwesenheit von Honigbienenvölkern wurde in den vergangenen Jahren ausführlich diskutiert (z. B. Iwasaki & Hagedorn 2022, Mallinger et al. 2017, Rasmussen et al. 2020, Gratzler & Brodschneider 2023, Arzt et al. 2023, siehe auch Zurbuchen & Müller 2012). **Die meisten Publikationen sind sich einig darüber, dass die Anwesenheit der Westlichen Honigbiene einen deutlich negativen Effekt auf Wildbienen in Ländern hat, in denen sie nicht heimisch ist** (z. B. in Nordamerika, Südamerika oder Australien). Aber auch in Europa, also dem ursprünglichen Verbreitungsgebiet der Honigbiene, wirft die Konkurrenzsituation immer wieder Fragen auf. Mittlerweile wurden viele Ergebnisse zu dem Thema veröffentlicht, auf die wir hier eingehen. Es gibt mindestens 29 Studien speziell zur Nahrungskonkurrenz von Honig- und Wildbienen aus Europa. Von diesen Studien konnte eine Arbeit einen positiven Einfluss von der Anwesenheit von Honigbienen auf Wildbienen zeigen, sieben Studien konnten keinen signifikanten Effekt finden und 21 Studien fanden ein negatives oder eingeschränkt negatives Einfluss (siehe Anhang, Tabelle 1). Diese Effekte sind unterschiedlich und reichen vom Ausweichen auf andere Blütenpflanzen, über die Reduktion der Körpergröße von Hummelköniginnen, hin zu einer Reduktion der Populationsstärken von Wildbienenarten. Einige dieser Studien sind Feldexperimente, andere wurden in geschlossenen Laborbedingungen durchgeführt, weitere sind Modellierungen. In manchen konnten negative Effekte nur in Teilaspekten gefunden werden, wie z. B. negative Effekte der Präsenz von Honigbienen auf



Mangel an natürlichem Lebensraum

Gäbe es mehr Nektar- und Pollenangebot in der Landschaft, hätten höhere Honigbienenbestände einen viel geringeren Effekt auf Wildbienenpopulationen.

den Blütenbesuch von Wildbienen, nicht jedoch auf deren Reproduktionsrate. Eine Auflistung zu Publikationen mit Studien in Europa kann in der untenstehenden Tabelle (siehe Anhang, Tabelle 1) gefunden werden. Auch wenn diese Ergebnisse uns verzeilte, aber deutliche Hinweise auf die Konkurrenzsituation liefern können, gibt es noch zu wenige Daten - vor allem nicht zur Beeinflussung des Reproduktionsfaktors und zu bodennistenden Bienenarten. Auch fehlt es an Langzeitstudien, die über mehrere Regionen gehen. Keine Veröffentlichung kann eine Gefährdungssituation von Wildbienenpopulationen durch die Anwesenheit von Honigbienenvölkern beweisen. Dennoch geben die verschiedenen Studien bereits genügend Hinweise auf regional problematische Konkurrenzsituationen, um daraus Handlungsbedarf zu generieren. In diesem kurzen Standpunkt können wir die Ergebnisse nicht einzeln im Detail besprechen. Wir empfehlen die Review-Publikationen von Mallinger et al. (2017), Iwasaki & Hagedorn (2022), Gratzler & Brodschneider (2023) und Arzt et al. (2023), sowie das Buch von Zurbuchen & Müller (2012), um einen detaillierteren Überblick zu erhalten.



Unterschiedliche Studien zeigen Handlungsbedarf

Die unterschiedlichen Studien geben bereits genügend Hinweise auf regional problematische Konkurrenzsituationen zwischen Honigbienen und Wildbienen, um Handlungsbedarf zu generieren.

Wie oben erwähnt, ist eine Konkurrenz zwischen Honigbienen und Wildbienen natürlich. **Die Frage ist nun aber, ab welcher Abundanz von Honigbienen die natürliche Konkurrenz überschritten wird und sich negativ auf Wildbienenpopulationen auswirkt.** Wie im ersten Abschnitt beschrieben, ist der Honigertrag in Deutschland in den letzten 70 Jahren stark angestiegen. Wir haben heutzutage zwar weniger Honigbienenvölker in Deutschland, aber diese sind um einiges effizienter und Individuen-stärker, weshalb sie mehr Honig produzieren, dementsprechend also auch mehr Nektar sammeln. Unklar ist, ob die heute in Deutschland gehaltenen Honigbienen auch mehr Pollen sammeln als die ursprünglich vorkommende Unterart. Dieser Aspekt ist jedoch besonders wichtig für die Einschätzung der Konkurrenzsituation. Es ist wahrscheinlich, dass eine natürliche Grenze vielerorts überschritten wurde. Zudem muss bedacht werden, dass sich die Landschaft in Deutschland in den letzten Jahrzehnten stark verändert hat und es heutzutage viel weniger Blühangebot und Nistmöglichkeiten gibt.

Die ursprüngliche Dichte von der Dunklen Honigbiene in Europa wurde auf ca. 0,1 - 1 Volk pro km² geschätzt (Kohl & Ruschmann 2018, Oleska et al. 2012). Aktuell haben wir in Deutschland eine Dichte von durchschnittlich 2,78 Honigbienenvölkern pro Quadratkilometer. Die Verteilung ist aber nicht gleichmäßig, wodurch in manchen Regionen deutlich mehr Honigbienen, in anderen deutlich weniger vorkommen. Hinzu kommen Honigbienenvölker, die nicht offiziell gemeldet sind. Wie viele Honigbienenvölker pro Quadratkilometer toleriert werden können, ist zudem stark vom Blühangebot abhängig und muss regional eingeschätzt werden (Ropars et al. 2019, Torné-Noguera et al. 2016). Hier sind Pauschlaussagen kaum möglich, da die Literatur aus Europa, in der konkrete Angaben gemacht werden, spärlich ist. In einigen Studien wurden Versuche unternommen, solche Dichtegrenzen zu berechnen: 3,1/km² (Steffan-Deweter & Tschartke 2000), 3,5/km² (Torné-Noguera 2016), 2,2 - 3,5/km² (Jaffé et al 2009). Es gibt auch Vorschläge, die maximale Dichte von Honigbienen in einer Region per Distanz der Völker zueinander einzuschätzen (Henry & Rodet 2020). Hierbei wurden Entfernungen von 0,6 - 1,1 km zwischen den Bienenstöcken empfohlen, da in diesem Radius ein verstärkter Konkurrenzeffekt nachgewiesen werden konnte. Zu besonders hohen lokalen Dichten, die meist deutlich über allen bisher publizierten tolerierbaren Grenzen liegen, kann es durch die temporäre Wanderimkerei kommen, die zu einer Auszehrung der Blühressourcen führen kann.

Im Rahmen der Diskussion zur Konkurrenz von Honig- und Wildbienen wird oft betont, dass die heute in Deutschland hauptsächlich gehaltenen Zuchtformen der Westlichen Honigbiene (die Buckfastbiene und *Apis mellifera carnica*) nicht die originale Unterart ist, die ursprünglich in Europa vorkam – Dunkle Honigbiene (*Apis mellifera mellifera*).

Da die modernen Unterarten auf größere Volkstärken und höheren Honigbetrag gezüchtet wurden, gehen manche davon aus, dass die Konkurrenz zwischen der heutigen Honigbiene nicht mit der Situation zu vergleichen ist, als die Honigbiene noch nicht vom Menschen gehalten wurde. Hier verlässliche Aussagen zu finden ist schwierig und es besteht Forschungsbedarf. Unabhängig von der veränderten Unterart beleuchten wir hier vor allem den Aspekt der Dichte von Honigbienenvölkern.

Neben der Nahrungskonkurrenz (s. o.) besteht das Potenzial der erhöhten Übertragung von Krankheiten und Parasiten, das als bewiesen gilt, sowie die Möglichkeit, dass eine zu hohe Abundanz von Honigbienen die regionale Flora verändert (Iwasaki & Hagedorn 2022, Piot et al. 2022).

Dass die Möglichkeit einer, für Wildbienen nachteiligen, Nahrungskonkurrenz besteht, ist also laut aktueller wissenschaftlicher Publikationslage deutlich. Hierbei kommt es stark auf die Dichte der Honigbienenvölker an. Nun ist die Frage wie Naturschützer*innen und Imker*innen diese Situation gemeinsam angehen können und welche Konsequenzen diese Erkenntnisse in unseren Naturschutzgebieten haben sollten.

Besteht ein Interessenkonflikt zwischen Naturschutz und Imkerei in Naturschutzgebieten?

Naturschutzgebiete sind eine der strengsten Kategorien von Schutzgebieten in Deutschland. In ihnen ist eine Bewirtschaftung nur erlaubt, wenn sie dem Schutzziel nicht widerspricht. Sie sind abgegrenzte Areale, welche die natürlichen Lebensräume, Pflanzen-, Tier und Pilzarten, die Lebensgemeinschaften und natürliche Ressourcen bewahren sollen und deren Ziel der aktive Schutz von Wildtieren und -pflanzen und vor allem von gefährdeten Arten ist. In Deutschland machen sie etwa fünf Prozent der Landesfläche aus und sind im Durchschnitt 3 km² groß, wobei mehr als die Hälfte eine Fläche von unter 0,5 km² hat (BfN).

Die Honigbiene gehört laut Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV Anlage 1 §1 Punkt 5) als domestizierte Art im Gegensatz zu den Wildbienen nicht zu den gesetzlich geschützten Arten und ist somit nach Bundesnaturschutzgesetz auch nicht von den besonderen Schutzvorschriften erfasst (BNatSchG §44). Wildbienen sind zwar streng geschützt, doch finden sie sich selten in den Schutzzielen der Schutzgebiete wieder. Die Schutzziele sind häufig nicht ausreichend oder nicht konkret genug, um die Biodiversität (in diesem Fall Wildbienen) wirklich zu schützen.

Durch die im vorherigen Abschnitt diskutierte Konkurrenz zwischen Honig- und Wildbienen um das Nahrungsangebot, kann in Naturschutzgebieten ein Interessenkonflikt zwischen Naturschutz und der Imkerei entstehen. Honigbienen leisten einen wichtigen Beitrag zur Bestäubung und erbringen somit eine Ökosystemdienstleistung - anders als viele andere Nutztiere. Um den ausgeräumten Landschaften und dem starken Pestizideinsatz auszuweichen, stellen jedoch viele Imker*innen ihre Völker (temporär) in Naturschutzgebieten auf, wodurch es zu unnatürlich hohen Honigbienendichten kommt. Sollten in- und um ein Naturschutzgebiet zu wenig Nahrungsquellen in der Landschaft vorhanden sein, könnte eine hohe Dichte an Honigbienenvölkern eine Gefährdung für die unter Schutz stehenden Wildbienen darstellen. Die durch den Nahrungs- und Nistplatzmangel bereits gestressten Wildbienen, sollten nicht durch eine höhere Konkurrenz mit Honigbienen weiter belastet werden. Angesichts der immer stärker



Naturschutzgebiete als aktiver Schutz von gefährdeten Arten

Schutzziel von Naturschutzgebieten ist es natürlichen Lebensräume zu schaffen mit Pflanzen-Tier und Pilzarten, deren Lebensgemeinschaften natürliche Ressourcen bewahren sollen. Besonders relevant ist dort der aktive Schutz von gefährdeten Arten.

ausgeräumten Landschaften müssen wir die Situation in Naturschutzgebieten besonders streng betrachten, damit die geschützten Wildbienen zumindest in 5 % der Landesfläche Vorrang haben.

Auch wenn viele Wildbienen Obst, Gemüse und Wein effizient bestäuben, ist die Honigbienenbestäubung im Anbau oft unverzichtbar. Dieser Anbau findet selten auch in Naturschutzgebieten statt. Besonders in Streuobstwiesen, welche wertvolle Insektenhabitate sind und deshalb als geschützte Biotope gelten, leistet die Imkerei einen wichtigen Beitrag (zur Konkurrenz von Honigbienen und Wildbienen in Streuobstwiesen bedarf es dringend mehr Forschung). In einem ausgeglichenen Ökosystem in Europa, hat die Imkerei ihren Platz – allerdings sollte hier auf eine natürliche Populationsdichte von Honigbienen geachtet werden. **Da Wildbienen oft effizientere Bestäuber im Obstbau sind als Honigbienen, sollten in und um die Anbauflächen strukturreiche Nistmöglichkeiten für Wildbienen geschaffen werden, um die Notwendigkeit eines temporären Aufstellens von Honigbienenvölkern, zu reduzieren.** Mittlerweile werden auch Wildbienenarten wie die Dunkle Erdhummel (*Bombus terrestris*) oder die Rote Mauerbiene (*Osmia bicornis*) gezüchtet, verkauft und zur Bestäubung eingesetzt (Chandler et al. 2019, Ryder et al. 2020). Der massenhafte Einsatz gezüchteter, solitärer Wildbienen oder Hummelvölker wird kritisch betrachtet, da die Nischenüberlappung mit anderen Wildbienen groß ist (Chandler et al. 2019). Vor allem in Naturschutzgebieten sollte vom Einsatz dieser gezüchteten Wildbienen abgesehen werden.

In Deutschland gibt es kein öffentlich zugängliches, zentrales und digitales Register für Honigbienenvölker. Um sicherstellen zu können, dass bestimmte Grenzen an Honigbienenvölkern, in Regionen mit vielen gefährdeten Wildbienenarten, nicht überschritten werden, muss zunächst die Möglichkeit geschaffen werden, festzustellen, wie viele Völker überhaupt in einer gegebenen Fläche leben. Nur dann könnten Expert*innen regional einschätzen, ob ein Naturschutzgebiet Honigbienenvölker tragen könnte oder nicht.



Imkerei kann einen wichtigen Beitrag leisten

Die Honigbiene ist für einen ertragreichen Anbau von Obst und Gemüse meist unverzichtbar. Dieser Anbau findet nicht selten auch in Naturschutzgebieten statt. Besonders auf Streuobstwiesen, welche wertvolle Insektenhabitate sind und deshalb als geschützte Biotope gelten, kann die Imkerei einen wichtigen Beitrag leisten.

Synergien zwischen Naturschutz und Imkerei

Imker*innen sind meist stark mit dem Naturschutz verbunden, setzen sich für den Schutz von Wildbienen ein und einige sprechen sich für Vorsicht beim Aufstellen von Bienenvölkern in Naturschutzgebieten aus. Es gibt ähnliche Interessen im Naturschutz und in der Imkerei, denn ein gesundes, ausgeglichenes Ökosystem mit großem und vielfältigem Nahrungsangebot ist auch für die Honigbienen der beste Zustand. Sie sind wichtige Verbündete im Bemühen gegen das übermäßige Ausbringen von Pestiziden, wie z. B. im Volksbegehren "Rettet die Bienen". Zudem ist die Honigbiene als Sympathieträger für viele ein Einstieg in die Insektenwelt und den Naturschutz. Da es beunruhigend ist, dass sich aktuell ein großer Teil der Honigproduktion ins Nicht-EU-Ausland verlagert, ist es wichtig, dass die Interessen der Imkerei in Deutschland nicht übergangen werden. Die Imkerei hat in Deutschland eine lange Tradition und sollte weiterhin gewinnbringend sein. Jedoch kann die Lösung nicht sein, Honigbienen aus den ausgeräumten Landschaften in die Naturschutzgebiete zu verlagern, sondern eher gemeinsam darauf hinzuarbeiten, dass wir wieder mehr Strukturvielfalt, Nahrungsangebot und Nistmöglichkeiten in der Landschaft haben. Demzufolge ist eine Zusammenarbeit, offene Dialoge mit der Imkerei und Aufklärungsarbeit der beste Weg, um hier eine Verbesserung für gefährdete Wildbienen-Arten zu erreichen. Imker*innen können im Schutz von Wildbienen und anderen Insekten, Verbündete sein.

NABU-Einschätzung, Forderungen und Handlungsempfehlungen

Der NABU ist als Naturschutzorganisation dem Schutz von Wildtieren, Wildpflanzen und natürlichen Ökosystemen verpflichtet. Vor allem in Naturschutzgebieten müssen Schutz und Wiederherstellung gefährdeter Arten im Vordergrund stehen. Solange eine hohe Anzahl an Honigbienenstöcken als Stressor für Wildbienen nicht völlig ausgeschlossen werden kann (worauf die derzeitige Literatur hindeutet), ist eine standortspezifische Prüfung der Verträglichkeit erforderlich.

1. Es bedarf eines verstärkten politischen Handelns, um die Haupttreiber des Insektenschwundes zu bekämpfen.

Durch eine Erhöhung der Strukturvielfalt in der Agrarlandschaft, Biotopvernetzung, Reduktion von Pestiziden und Düngemitteln in der Landwirtschaft, sowie der Etablierung von ausreichend großen Schutzgebieten (die Insekten wirklich schützen), könnte ein problemarmes Koexistieren von hohen Dichten der Honigbienenstöcke und Wildbienen ermöglicht werden. Gesunde Populationen von Wildbienen würden einem potenziell negativen Einfluss von Honigbienen besser standhalten können.

2. Vorsorgeprinzip: Dichte der Honigbienenstöcke begrenzen

Solange die genannten Haupttreiber jedoch nicht reduziert sind, ist unter Anwendung des Vorsorgeprinzips eine Begrenzung der Dichte von Honigbienenstöcken in Naturschutzgebieten sinnvoll. Der NABU schlägt hierfür vor, dass in Naturschutzgebieten und in einem Radius von 2 km die maximale Obergrenze von drei Stöcken pro Quadratkilometer nicht überschritten werden sollte.

3. Regionale Lösungen

Aufgrund begrenzten Wissenstandes und der stark von lokalen Gegebenheiten beeinflussten Umstände, empfiehlt der NABU, dass Empfindlichkeiten der Lebensräume regional diskutiert werden und Lösungen zur Anzahl von Honigbienenstöcken in Naturschutzgebieten zwischen unteren Naturschutzbehörden, Imker*innen und Naturschützer*innen vor Ort gefunden werden.

4. Öffentliches Register und Auswertung von Daten

Es bedarf eines flächendeckenden, öffentlich zugänglichen, digitalen Registers von Honigbienenstöcken und einer zentralen, regionalspezifischen Auswertung dieser Daten. Damit könnte geklärt werden, in welchen Naturschutzgebieten wie viele Honigbienenstöcke aufgestellt werden können (siehe Punkt 2).

5. Managementpläne für Wildbienen- und Insektenförderung

Maßnahmen zur Wildbienen- und generell Insektenförderung, sollten in Managementplänen von Schutzgebieten integriert werden sowie Zielarten definiert werden (für Beispielmaßnahmen in den entsprechenden Lebensraumtypen siehe BfN-Handbuch zur Umsetzung der Flora-Fauna-Habitatrichtlinie und der Vogelschutzrichtlinie, Band 2.2).

6. Förderung von Alphataxonomie für mehr Expert*innen für Wildbienen

Um regionale Populationen von Wildbienen und die Tragfähigkeit von Ökosystemen in Bezug auf Honigbienenvölker gut einschätzen zu können, bedarf es einer verstärkten Ausbildung und Anstellung von Expert*innen, z. B. in Unteren Naturschutzbehörden. Alphataxonomie muss gefördert werden, um Nachwuchs an Wildbienenexpert*innen sicherzustellen.

7. Verstärkte Aufklärungsarbeit

Es bedarf verstärkter Aufklärungsarbeit für Berufs- und Hobbyimker*innen zum Thema Wildbienenschutz. Es ist wichtig, dass die Zusammenarbeit mit Imker*innen im Naturschutz ausgebaut wird und diese als Verbündete wahrgenommen werden.

8. Grüne Infrastruktur schaffen

Naturschutzgebiete sollten größer sein und besser vernetzt werden (siehe auch NABU-Position zu Schutzgebieten: [Infopapier_Position \(nabu.de\)](https://www.nabu.de/infopapier_position)). Außerdem sollten bei der Festlegung des Schutzzweckes auch Wildbienen und andere Insekten bedacht werden.

9. Forschung fördern

Die Forschung zur Konkurrenz von Honigbienen und wildlebenden Insekten, sowie von Honigbienen in Naturschutzgebieten und ihre Auswirkungen auf heimische Wildbienen, sollte stärker gefördert werden, um langfristige Entscheidungen für den Insektenschutz fällen zu können. Vor allem Langzeitstudien sind notwendig, um den dichteabhängigen Effekt von Honigbienen auf Wildbienen und andere Insekten besser einschätzen zu können.

10. Zusammenarbeit zwischen Verbänden, Behörden und Imkerei stärken

Die Zusammenarbeit von Naturschutzorganisationen, den unteren Naturschutzbehörden und der Imkerei sollte verbessert und ausgebaut werden, um die Erfüllung der oben genannten Forderungen zu unterstützen.

Fazit

Insektenpopulationen sind in Deutschland zahlreichen Stressoren ausgesetzt, wie der strukturarmen Agrarlandschaft, dem Ausbringen von Pestiziden und Düngemitteln, der Versiegelung von Flächen oder dem Klimawandel. Der Bestand geht seit Jahrzehnten zurück. Diese Stressoren müssen in den kommenden Jahren stark reduziert werden, um Insekten zu schützen. Vor allem Wildbienen sind vielerorts durch den Verlust von Nahrungsquellen und Lebensräumen stark gefährdet. Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass es in Europa eine Konkurrenz zwischen Honigbienen und Wildbienen gibt, die sich negativ auf Wildbienenpopulationen auswirken kann. Diese Effekte sind vor allem von der Dichte der Honigbienenvölker abhängig. Welche Dichten für ein Gebiet tolerierbar sind, ist regional unterschiedlich. In Naturschutzgebieten soll der Schutz von Wildtieren, -pflanzen und Ökosystemfunktionen Vorrang haben.

Der NABU fordert die Entwicklung eines bundesweit praktikablen Ansatzes, um lokal tolerierbare Honigbienenendichten einzuschätzen bzw. Maximaldichten festzulegen (z. B. durch ein deutschlandweites Register in Kombination mit lokaler Zusammenarbeit von Akteur*innen). Grundsätzlich sollte die Obergrenze von drei Honigbienenvölkern pro Quadratkilometer in Naturschutzgebieten und in einem Radius von zwei Kilometern nicht überschritten werden. Der NABU appelliert an Naturschützer*innen und Imker*innen, die Herausforderung der Koexistenz von Wild- und Honigbienen gemeinsam anzugehen und nicht davon abzulassen, von der Politik die Wiederherstellung von geeigneten Lebensräumen und einer naturverträglichen Landwirtschaft einzufordern, wovon Wild- und Honigbienen gleichermaßen profitieren.

Anhang

Tabelle 1: Zusammenfassung Erstliteratur zu Experimenten zu Nahrungs-Konkurrenz von Honigbienen und Wildbienen in Europe (v.a. aus Mallinger et al 2017, Iwasaki & Hagedorn 2022, Gratzler & Brodschneider 2023)

Positiver Effekt: (1)
Cayuela et al. 2011
Kein signifikanter Effekt: (7)
Balfour et al. 2013
Balfour et al. 2015
Casanelles-Abella et al. 2022
Goras et al. 2016
Herbertsson et al. 2016 (negativer Effekt in homogenen Landschaften, kein Effekt in heterogenen Landschaften)
Hudewenz & Klein 2013
Kuhn et al. 2006
Steffan-Deweter & Tschardt 2000
Negativer Effekt: (20)
Elbgami et al. 2014
Forup & Memmott 2005
Goulson & Sparrow 2009
Henry & Rodet 2018
Herbertsson et al. 2016
Herrera 2020
Hudewenz & Klein 2013
Hudewenz & Klein 2015
Jeavons et al. 2020
Lazaro et al. 2021
Lindstrom et al. 2016
Magrach et al. 2017
Neumayer 2006
Nielsen et al. 2012
Rasmussen et al. 2020
Renner et al. 2022
Ropars et al. 2019
Torne-Noguera et al. 2016
Walther-Hellwig et al. 2006
Wignall et al. 2020a
Wignall et al. 2020b

Literatur

- Arzt, N., von Heßberg, A., Shrestha, M., & Jentsch, A. (2023). Stehen bewirtschaftete Honigbienen und einheimische Wildbienen in Konkurrenz um Ressourcen?: Eine globale Literatur-Recherche. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 55(4), 26-32.
- Balfour, N. J., Gandy, S., & Ratnieks, F. L. (2015). Exploitative competition alters bee foraging and flower choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 69, 1731-1738.
- Balfour, N. J., Garbuzov, M., & Ratnieks, F. L. (2013). Longer tongues and swifter handling: why do more bumble bees (*Bombus* spp.) than honey bees (*Apis mellifera*) forage on lavender (*Lavandula* spp.)?. *Ecological entomology*, 38(4), 323-329.
- BMEL 1956: https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Jahrbuch/Agrarstatistisches-Jahrbuch-1956.pdf
- BMEL 2022: https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Jahrbuch/Agrarstatistisches-Jahrbuch-2022.pdf
- Cariveau, D. P., & Winfree, R. (2015). Causes of variation in wild bee responses to anthropogenic drivers. *Current Opinion in Insect Science*, 10, 104-109.
- Casanelles-Abella, J., Fontana, S., Fournier, B., Frey, D., & Moretti, M. (2023). Low resource availability drives feeding niche partitioning between wild bees and honeybees in a European city. *Ecological Applications*, 33(1), e2727.
- Chandler, D., Cooper, E., & Prince, G. (2019). Are there risks to wild European bumble bees from using commercial stocks of domesticated *Bombus terrestris* for crop pollination?. *Journal of Apicultural Research*, 58(5), 665-681.
- Couvillon, M. J., Riddell Pearce, F. C., Acclerton, C., Fensome, K. A., Quah, S. K., Taylor, E. L., & Ratnieks, F. L. (2015). Honey bee foraging distance depends on month and forage type. *Apidologie*, 46, 61-70.
- Elbgami, T., Kunin, W. E., Hughes, W. O., & Biesmeijer, J. C. (2014). The effect of proximity to a honeybee apiary on bumblebee colony fitness, development, and performance. *Apidologie*, 45, 504-513.
- Flügel, H. J. (2011). Die Honigbiene: Arten, Unterarten, Linien und Rassen. *Lebhimuk*, 50.
- Forup, M. L., & Memmott, J. (2005). The relationship between the abundances of bumblebees and honeybees in a native habitat. *Ecological Entomology*, 30(1), 47-57.
- Goras, G., Tananaki, C., Dimou, M., Tscheulin, T., Petanidou, T., & Thrasyvoulou, A. (2016). Impact of honeybee (*Apis mellifera* L.) density on wild bee foraging behaviour. *Journal of Apicultural Science*, 60(1), 49-62.
- Goulson, D., & Sparrow, K. R. (2009). Evidence for competition between honeybees and bumblebees; effects on bumblebee worker size. *Journal of insect conservation*, 13, 177-181.
- 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.
- Habel, J. C., Ulrich, W., Biburger, N., Seibold, S., & Schmitt, T. (2019). Agricultural intensification drives butterfly decline. *Insect Conservation and Diversity*, 12(4), 289-295.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., ... & De Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one*, 12(10), e0185809.
- Hamm, A. (2008). Pollenquellen der Wild- und Honigbienen. Fallstudien zur Ressourcennutzung und zur Konkurrenz. Dissertation. Bonn, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität.
- Henry, M., & Rodet, G. (2018). Controlling the impact of the managed honeybee on wild bees in protected areas. *Scientific reports*, 8(1), 9308.

- 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.
- Herbertsson, L., Lindström, S. A., Rundlöf, M., Bommarco, R., & Smith, H. G. (2016). Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. *Basic and Applied Ecology*, 17(7), 609-616.
- 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*, 287(1921), 20192657.
- Hudewenz, A., & Klein, A. M. (2013). Competition between honey bees and wild bees and the role of nesting resources in a nature reserve. *Journal of Insect Conservation*, 17, 1275-1283.
- Hudewenz, A., & Klein, A. M. (1762). Red mason bees cannot compete with honey bees for floral resources in a cage experiment. *Ecol Evol* 5: 5049–5056.
- IPBES (2016). The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856>
- IPBES (2019): Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- 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*, 100043.
- Jaffe, R., Dietemann, V., Allsopp, M. H., Costa, C., Crewe, R. M., Dall'Olio, R., ... & Moritz, R. F. (2010). Estimating the density of honeybee colonies across their natural range to fill the gap in pollinator decline censuses. *Conservation biology*, 24(2), 583-593.
- James, R. R., & Xu, J. (2012). Mechanisms by which pesticides affect insect immunity. *Journal of invertebrate pathology*, 109(2), 175-182.
- 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.
- Keller, I., Fluri, P., & Imdorf, A. (2005). Pollen nutrition and colony development in honey bees – Part II. *Bee World*, 86(2), 27-34.
- 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(6489), 417-420.
- Kluser, S., & Peduzzi, P. (2007). Global pollinator decline: a literature review. Geneva: UNEP/GRID.
- Kohl, P. L., & Rutschmann, B. (2018). The neglected bee trees: European beech forests as a home for feral honey bee colonies. *PeerJ* 6: e4602.
- Kühn, J., Hamm, A., Schindler, M., & Wittmann, D. (2006). Ressourcenaufteilung zwischen der oligolektischen Blattschneiderbiene *Megachile lapponica* L.(Hymenoptera, Apiformes) und anderen Blütenbesuchern am schmalblättrigen Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*, Onagraceae). *Mitt. Dt. Ges. Allgem. Angew. Entomol*, 15, 389-392.
- Lazaro, A., Müller, A., Ebmer, A. W., Dathe, H. H., Scheuchl, E., Schwarz, M., ... & Petanidou, T. (2021). Impacts of beekeeping on wild bee diversity and pollination networks in the Aegean Archipelago. *Ecography*, 44(9), 1353-1365.

- Liess, M., Liebmann, L., Vormeier, P., Weisner, O., Altenburger, R., Borchardt, D., ... & Reemtsma, T. (2021). Pesticides are the dominant stressors for vulnerable insects in lowland streams. *Water Research*, 201, 117262.
- Lindström, S. A., Herbertsson, L., Rundlöf, M., Bommarco, R., & Smith, H. G. (2016). Experimental evidence that honeybees depress wild insect densities in a flowering crop. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1843), 20161641.
- Loftus, J. C., Smith, M. L., & Seeley, T. D. (2016). How honey bee colonies survive in the wild: testing the importance of small nests and frequent swarming. *PloS one*, 11(3), e0150362.
- 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(9), 1299-1307.
- 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(12), e0189268.
- Neumayer, J. (2006). Einfluss von Honigbienen auf das Nektarangebot und auf autochthone Blütenbesucher. *Entomologica Austriaca*, 13, 7-14.
- Nielsen, A., Dauber, J., Kunin, W. E., Lamborn, E., Jauker, B., Moora, M., ... & Petanidou, T. (2012). Pollinator community responses to the spatial population structure of wild plants: A pan-European approach. *Basic and Applied Ecology*, 13(6), 489-499.
- 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(1), 13-18.
- Oleksa, A., Gawroński, R., & Tofilski, A. (2013). Rural avenues as a refuge for feral honey bee population. *Journal of Insect Conservation*, 17, 465-472.
- Outhwaite, C. L., McCann, P., & Newbold, T. (2022). Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature*, 605(7908), 97-102.
- Piot, N., Schweiger, O., Meeus, I., Yañez, O., Straub, L., Villamar-Bouza, L., ... & De Miranda, J. R. (2022). Honey bees and climate explain viral prevalence in wild bee communities on a continental scale. *Scientific reports*, 12(1), 1904.
- Rasmussen, C., Engel, M. S., & Vereecken, N. J. (2020). A primer of host-plant specialization in bees. *Emerging Topics in Life Sciences*, 4(1), 7-17.
- Raven, P. H., & Wagner, D. L. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002548117.
- Renner, S. S., Graf, M. S., Hentschel, Z., Krause, H., & Fleischmann, A. (2021). High honeybee abundances reduce wild bee abundances on flowers in the city of Munich. *Oecologia*, 195, 825-831.
- 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(9), e0222316.
- Ryder, J. T., Cherrill, A., Prew, R., Shaw, J., Thorbek, P., & Walters, K. F. (2020). Impact of enhanced *Osmia bicornis* (Hymenoptera: Megachilidae) populations on pollination and fruit quality in commercial sweet cherry (*Prunus avium* L.) orchards. *Journal of Apicultural Research*, 59(1), 77-87.
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
- Scheuchl, E., Schwenninger, H. R., Burger, R., Diestelhorst, O., Kuhlmann, M., Saure, C., ... & Silló, N. (2023). Die Wildbienenarten Deutschlands–Kritisches Verzeichnis und aktualisierte Checkliste der Wildbienen Deutschlands (Hymenoptera, Anthophila). *Critical Inventory and Checklist of the Wild Bees of Germany (Hymenoptera, Anthophila)*. *Anthophila*, 1, 25-138.

- Seeley, T.D. (1995). *The wisdom of the hive. The social physiology of honey bee colonies.* Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., ... & Weisser, W. W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), 671-674.
- Steffan-Dewenter, I., & Tscharrntke, T. (2000). Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia*, 122, 288-296.
- Sugden, E. A. (1996). Toward an ecological perspective of beekeeping. *The conservation of bees.*, 153-162.
- Torne-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(3), 199-209.
- Walther-Hellwig, K., Fokul, G., Frankl, R., Büchler, R., Ekschmitt, K., & Wolters, V. (2006). Increased density of honeybee colonies affects foraging bumblebees. *Apidologie*, 37(5), 517-532.
- Wagner, D. L., Grames, E. M., Forister, M. L., Berenbaum, M. R., & Stopak, D. (2021). Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2023989118.
- Westrich, P.; Frommer, U.; Mandery, K.; Riemann, H.; Ruhnke, H.; Saure, C. & Voith, J. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera: Apidae) Deutschlands. – In: Binot-Hafke, M.; Balzer, S.; Becker, N.; Gruttke, H.; Haupt, H.; Hofbauer, N.; Ludwig, G.; Matzke-Hajek, G. & Strauch, M. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3): 373–416.
- Wignall, V. R., Brolly, M., Uthoff, C., Norton, K. E., Chipperfield, H. M., Balfour, N. J., & Ratnieks, F. L. (2020a). Exploitative competition and displacement mediated by eusocial bees: experimental evidence in a wild pollinator community. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74, 1-15.
- Wignall, V. R., Campbell Harry, I., Davies, N. L., Kenny, S. D., McMinn, J. K., & Ratnieks, F. L. (2020b). Seasonal variation in exploitative competition between honeybees and bumblebees. *Oecologia*, 192, 351-361.
- Zurbuchen, A., & Müller, A. (2012). *Wildbienen-schutz-von der Wissenschaft zur Praxis* (Vol. 33). Haupt Verlag.
- Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S., & Dorn, S. (2010). Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143(3), 669-676.