

Redaktioneller Überblick: Um die Bestäuberkrise aufzuhalten, müssen Entomologen ihre gesellschaftliche Verantwortung wahrnehmen

Jeroen P van der Sluijs, Stéphane Foucart und Jérôme Casas



Current Opinion in Insect Science 2021, 46:vi-xiii

Einen vollständigen Überblick finden Sie in der

Ausgabe

<https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.08.004>

2214-574/ © 2021 Veröffentlicht von Elsevier Inc.

Jeroen P. van der Sluijs^{1,2}



¹ Centre for the Study of the Sciences and the Humanities, Universität Bergen, PB 7805, 5020 Bergen, Norwegen
² Fachbereich Chemie, Universität Bergen, PB 7805, 5020 Bergen, Norwegen E-Mail: jeroen.sluijs@uib.no

Jeroen P. van der Sluijs ist Professor am Centre for the Study of the Sciences and the Humanities an der Universität Bergen, Norwegen. Ursprünglich als Naturwissenschaftler ausgebildet (MSc in Chemie mit Schwerpunkt theoretische Ökologie an der Universität Leiden, 1990, und Promotion über Unsicherheit in der Klimarisikobewertung an der Universität Utrecht, 1997), entwickelte er ein Forschungsinteresse an handlungsfähigem Wissen für die Risikobeherrschung in einem Kontext wissenschaftlicher Unsicherheit und Kontroverse. In den letzten 15 Jahren hat er sich unter anderem mit der entstehenden Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik im Zusammenhang mit dem Rückgang von Bestäubern, Insekten und Insektenschutz sowie mit der Risikobewertung und Risikobeherrschung von Neonicotinoid-Insektiziden beschäftigt. Er leitet die Fallstudie zu Bienen und Pestiziden im Rahmen des europäischen H2020-Projekts "REconciling sCience, Innovation and Precaution through the Engagement of Stakeholders (RECIPES)". Er ist (Mit-)Autor von mehr als 100 begutachteten Veröffentlichungen und gehört zu den 2 % der weltweit am häufigsten zitierten Wissenschaftler (Stanford-Liste). Die Tageszeitung Trouw listet ihn regelmäßig auf der Liste "The Sustainable 100", einer Liste der einflussreichsten niederländischen Persönlichkeiten, die einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten.

Bestäuber in der Krise

Der Rückgang der Bestäuber und ganz allgemein der Insekten ist zu einer dringenden gesellschaftlichen Herausforderung geworden. Globale, regionale und lokale Maßnahmen zur Eindämmung des Rückgangs und zur Wiederherstellung der Vielfalt und des Überflusses an Bestäubern sind dringend erforderlich [1]. Eine kürzlich durchgeführte Analyse des umfassendsten verfügbaren globalen Langzeitbeobachtungsdatensatzes, der Global Biodiversity Information Facility (GBIF), zeigt, dass zwischen 2006 und 2015 weltweit 25 % weniger Wildbienenarten als vor 1990 beobachtet wurden [2]. Der Verlust von Bestäubern gefährdet die menschliche Nahrungsmittelproduktion [3]. Nahezu 90 % aller wild blühenden Pflanzenarten auf der Erde sind für ihre Fortpflanzung und Entwicklung auf Bestäuber angewiesen [4]. Diese Pflanzen wiederum sind für das Funktionieren des Ökosystems von entscheidender Bedeutung, da sie Nahrung, Lebensraum und andere Ressourcen für viele andere Arten bereitstellen. Letztlich geht es um die Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme.

Die soziale Konstruktion von Unwissenheit

Kürzlich wurde in dieser Zeitschrift ein Überblick über die zeitlichen Veränderungen in der wissenschaftlichen Erforschung von Bedrohungen für Bienenpopulationen veröffentlicht [5]. In dieser Übersicht wurde ein drastischer Wandel in den letzten 30 Jahren festgestellt. Der anfängliche Forschungsschwerpunkt auf Bioaggressoren (wie Varroa sp., Nosema c. usw.) für bewirtschaftete Honigbienen verlagerte sich hin zu einem verstärkten Forschungsinteresse an Faktoren, die mit dem globalen Wandel zusammenhängen und zum Rückgang der Bienenpopulationen beitragen, wie Landschaftsveränderungen, Intensivierung der Landwirtschaft, Klimawandel und invasive Arten. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass der wesentliche Beitrag von Wildbienen und anderen Insekten zur Bestäubung von Kulturpflanzen zunehmend anerkannt und erforscht wird.

Es wird zunehmend erkannt, dass der Zustand und die Gesundheit von bewirtschafteten Honigbienen nicht repräsentativ ist für den Zustand und die Gesundheit von Wildbestäubern. Wilde Bestäuber sind gegenüber den meisten Umweltstressfaktoren anfälliger als Honigbienen, da die außerordentlich große Koloniegröße der Honigbienen sie widerstandsfähiger gegen Schocks macht [6] und die Imker den Zustand der bewirtschafteten Bienenstöcke überwachen und häufig eingreifen. Die Imker ersetzen tote Königinnen, behandeln Bienenkrankheiten, stellen zusätzliches Futter bereit und versetzen die Bienenstöcke [7]. Wilde Bestäuber haben nicht die ständige Hilfe eines Imkers. Um die Bemühungen zur Erhaltung von Bestäubern effektiv zu gestalten, muss die Forschungsgemeinschaft daher dringend die vorherrschende Sichtweise ändern, weg von der "Bienengesundheit" und hin zur "Erhaltung und Wiederherstellung von Wildbestäubern".

Wissenschaftler, die die Entwicklung von Wissenschaft und Politik im Zusammenhang mit dem Rückgang von Bienen und Bestäubern aus dem Blickwinkel der Wissenschaftssoziologie und der Wissenschafts- und Technologiestudien untersucht haben, haben das Phänomen der sozialen Konstruktion von Unwissenheit hervorgehoben [8]. Die Privilegierung bestimmter selbstverständlicher Ansätze und Schwerpunkte in der Wissensproduktion führt zu einer systematischen und oft strategischen Erzeugung von Unwissenheit über die Aspekte, die nicht im Blickfeld bleiben [8,9]. Dabei handelt es sich oft um Aspekte, die den mächtigen Interessengruppen nicht gefallen [10].

Stéphane Foucart



Le Monde, 67-69, avenue
Pierre-Mende's France,
75013 Paris Cedex 13,
Frankreich

Stéphane Foucart ist
ausgebildeter Physiker (MSc
in Physik mit Schwerpunkt
Kernphysik an der Universität

Pierre-et-Marie-Curie, Paris) und Korrespondent für Umweltwissenschaften bei der französischen Tageszeitung *Le Monde*. Er interessiert sich für wissenschaftliche Kontroversen und den Einfluss von Unternehmen auf die Wissenschaft und das Verständnis der Öffentlichkeit für die Wissenschaft. Seine Arbeit über die Klimasketzer-Bewegung wurde mit dem Journalistenpreis der Europäischen Meteorologischen Gesellschaft (EMS) ausgezeichnet, und seine Recherchen über die Monsanto-Papiere, die er zusammen mit Stéphane Horel durchführte, wurden mit dem Europäischen Pressepreis in 2018. Sein neuestes Buch (*Et le monde devint silencieux*, Points, 2021) befasst sich mit den Zusammenhängen zwischen dem Insektenrückgang und systemischen Pestiziden sowie mit den Strategien privater Interessen zur Beeinflussung des Fachwissens zu diesem Thema, zur Verwischung wissenschaftlicher Erkenntnisse und zur Beeinflussung der Wahrnehmung der Wissenschaft durch die Öffentlichkeit und Entscheidungsträger.

Jérôme Casas



Institut de Recherche sur la
Biologie de l'Insecte (IRBI),
Université de Tours, 37200
Tours, Frankreich

Jérôme Casas ist Professor an
der Universität Tours,
Forschungsinstitut für
Insektenbiologie (IRBI),

Ehrenmitglied des Institut Universitaire de France (IUF) und wurde 2020 mit dem Humboldt-Forschungspreis für sein Lebenswerk ausgezeichnet. Nach seiner Ausbildung als Populationsökologe gelten seine Interessen der Biologie und Ökologie von Organismen, dem Verhalten und der Populationsdynamik von Interaktionen zwischen Verbrauchern und Ressourcen, der sensorischen Ökologie des Mimikasmus, der Wahrnehmung von Strömungen in biotischen Interaktionen, der Fortbewegung und dem physikalisch-chemischen Transport in Geruchssinn und biologisch inspirierte Technologie. Physik, Mathematik und Chemie sind mächtige Werkzeuge, aber sie

Ein Schlüsselbeispiel für die gesellschaftliche Produktion von Unwissenheit ist die Tatsache, dass die dramatische Veränderung der Toxizität der agrochemischen Landschaft für Bestäuber durch den großflächigen prophylaktischen Einsatz von neonicotinoiden Insektiziden lange Zeit aus dem Blickfeld geraten ist. Dies lag daran, dass die Auswirkungen von Pestiziden von der Industrie, den Aufsichtsbehörden und den staatlichen Institutionen routinemäßig auf der Grundlage abnehmender Mengen der eingesetzten Chemikalien diskutiert wurden, ohne die großen, aber umweltrelevanten Schwankungen und den starken Anstieg der substanzspezifischen Toxizität im Laufe der Zeit sowie die zunehmende Fläche der prophylaktisch mit Pestiziden behandelten landwirtschaftlichen Flächen zu berücksichtigen. Unter Einbeziehung der Toxizität der Substanzen für Bestäuber und der behandelten Flächen haben neuere Studien nun ergeben, dass die Neonicotinoide aufgrund ihrer beispiellosen Toxizität für Bienen die landwirtschaftlichen Flächen der Welt in eine historisch beispiellose toxische Bedrohung für Bestäuber verwandelt haben [11,12,13,14]. Betrachtet man alle auf Ackerland ausgebrachten Agrochemikalien (Fungizide, Herbizide und Insektizide), so sind allein die neonicotinoiden Insektizide für einen sechsfachen Anstieg der Toxizität von Ackerland für Bienen im Vereinigten Königreich im Zeitraum 1990 bis 2015 verantwortlich (siehe Abbildung 1) [11]. In den USA stieg die Insektizidtoxizität von Ackerland für Bienen zwischen 1992 und 2014 um das 48-fache. Die Analyse zeigt, dass 92 % des Anstiegs der Insektizidtoxizität von Ackerland ausschließlich auf Neonicotinoide zurückzuführen ist [13]. Schulz et al. [14] bewerteten die Entwicklung des Einsatzes von 381 Pestiziden über einen Zeitraum von 25 Jahren unter Berücksichtigung von 1591 substanzspezifischen Schwellenwerten für akute Toxizität für acht Nichtzielartengruppen. Sie quantifizierten die gesamte angewandte Toxizität (TAT) und stellten fest, dass sich die TAT für Bestäuber zwischen 2005 und 2015 mit einem jährlichen Anstieg von etwa 8 % mehr als verdoppelt hat, was fast ausschließlich auf die Neonicotinoide zurückzuführen ist.

Es ist besorgniserregend, dass der weltweite Einsatz von Neonicotinoiden trotz des teilweisen EU-Verbots weiter zunimmt. Selbst in der EU wurde die Verwendung von Neonicotinoiden nur für den Außeneinsatz als Pflanzenschutzmittel verboten. Neonicotinoide werden jedoch auch in großem Umfang für andere Zwecke als den Pflanzenschutz eingesetzt. In der EU werden sie weiterhin in großem Umfang als Biozide (z. B. zur Bekämpfung von Fliegen in Rinderställen), in der Veterinärmedizin (zur Behandlung von Haustierflöhen) und in Innenräumen zum Pflanzenschutz in Gewächshäusern verwendet. Durch diese Verwendungen werden Oberflächengewässer und Böden weiterhin mit Neonicotinoiden belastet, was wiederum zu einer Verschmutzung der Wildblumenbestände führt. Außerdem wurden bedauerlicherweise Insektizide mit ähnlich hoher Toxizität für Bestäuber und derselben Wirkungsweise für den Pflanzenschutz im Freien eingesetzt [15], und es wurden neue Märkte für Neonicotinoide erschlossen, wie z. B. die Verwendung in der Meereskultur, einschließlich der Lachszucht (die [Zulassung von Medikamenten gegen Seeläuse wurde im EU-Recht ratifiziert](#)).

Darüber hinaus wird der Rückgang der Bestäuber und der Insekten im Allgemeinen immer mehr geleugnet, was inzwischen auch in der wissenschaftlichen Literatur verankert zu sein scheint. Kürzlich haben zwei viel beachtete Meta-Analysen den Ernst der Lage heruntergespielt. Die erste [16] kommt zu dem Schluss, dass in den Vereinigten Staaten kein Rückgang der Abundanz und Vielfalt von Insekten zu beobachten ist, was im krassen Gegensatz zu vielen taxonspezifischen Studien steht. Die zweite [17] kommt zu dem Schluss, dass sich der Rückgang der terrestrischen Insekten auf 9 % pro Jahrzehnt beschränkt und dass die Menge der Wasserinsekten um überraschende 11 % pro Jahrzehnt zugenommen hat. Trotz der großen Aufmerksamkeit, die ihnen zuteil wurde, sind beide Meta-Analysen von anderen Wissenschaftlern wegen verschiedener Verzerrungen heftig kritisiert worden: Überrepräsentation sich ausbreitender Arten in den Datensätzen und statistische Probleme [18,19], Einbeziehung invasiver Arten in die Datensätze, Verzerrungen bei der Probenahme, Fehlinterpretation von Satellitenbildern, Einbeziehung von Artengemeinschaften, die nicht ausschließlich aus Insekten bestehen, Verwendung von Daten, die durch Sanierungsexperimente erzeugt wurden (mit dem Ziel, den Insektenbestand zu erhöhen), die Beobachtung der Wiederbesiedlung bestimmter Umgebungen durch Insekten nach Beendigung einer Störung, Unterrepräsentation von Bestäubern in den Datensätzen [20,21]. Diese Tendenz, das Ausmaß des Insektenrückgangs herunterzuspielen, ist Teil einer wachsenden und besorgniserregenden Leugnung des Rückgangs der biologischen Vielfalt [22].

können das Wissen und die Kontextualisierung nicht ersetzen, die bei der Beobachtung echter Lebewesen unter natürlichen Bedingungen gewonnen werden. Ein bemerkenswertes Merkmal seines Ansatzes ist daher die Verbindung von Naturgeschichte mit modernster Technologie und Modellierung.

Übersetzung: Dr. Anton Safer
antonsafer@aol.com

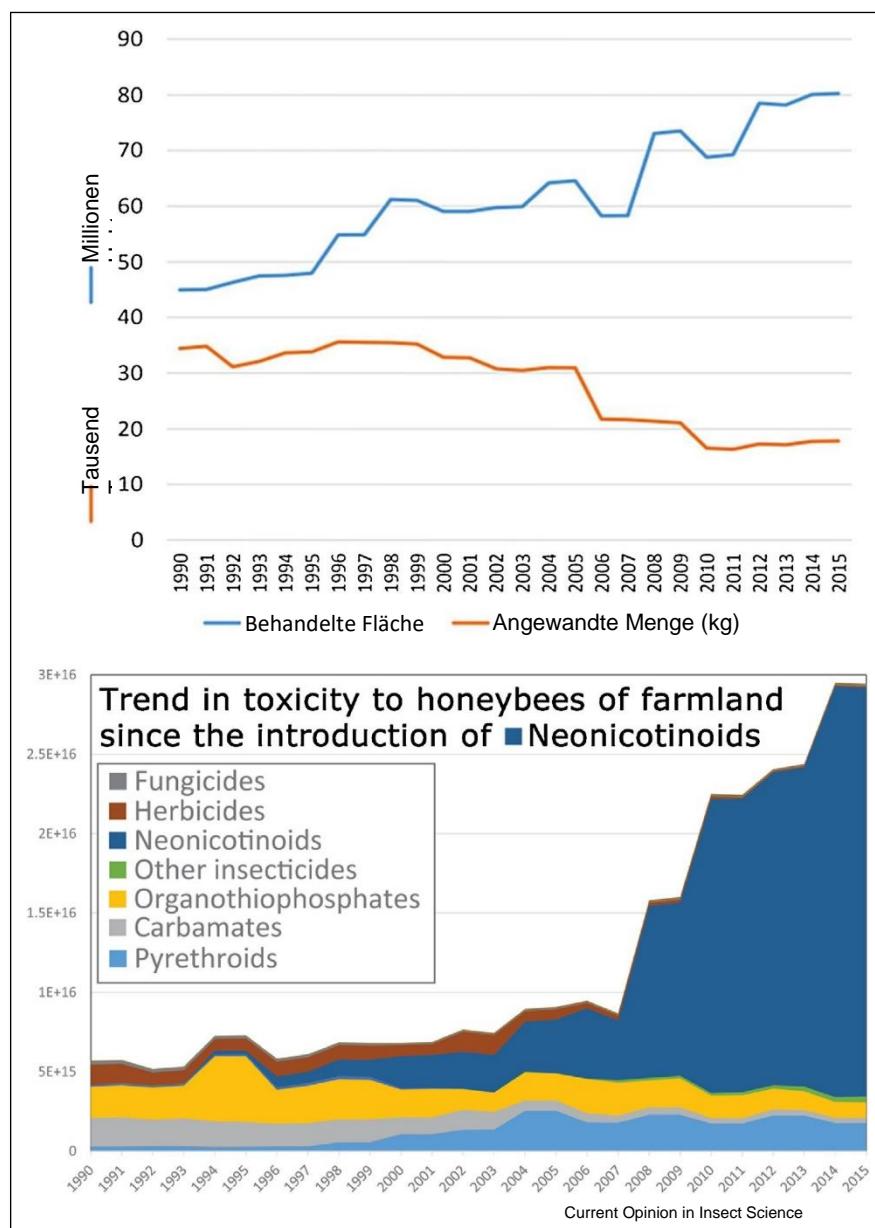
Jüngste Fortschritte bei der Untersuchung der menschlichen und politischen Dimensionen des Rückgangs von Bestäubern

Diese Ausgabe von *Current Opinion in Insect Science* soll einen Überblick über die jüngsten Fortschritte bei der Untersuchung der menschlichen und politischen Dimensionen des Bestäuberrückgangs geben. Die Beiträge befassen sich mit drei großen, sich teilweise überschneidenden Themen: dem Status des Rückgangs der Bestäuber und seinen Triebkräften, der Untersuchung der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik im Zusammenhang mit dem Rückgang der Bestäuber und dem Stand des Wissens über politische Optionen zur Erhaltung und Wiederherstellung von Bestäubern.

Die Ursachen für den Rückgang von Bestäubern werden in zwei Berichten erörtert. Der erste von [LeBuhn und Luna](#) gibt einen Überblick über die verschiedenen Ursachen des Bestäuberrückgangs. Der Bericht konzentriert sich auf Nicht-Apis-Bienenbestäuber in nicht-landwirtschaftlichen Systemen. Erörtert werden u. a. Landnutzungsänderungen, der Klimawandel, das Übergreifen von Bienenviren und anderen Krankheitserregern von bewirtschafteten Bienen auf Wildbienen, Pestizide und Schadstoffe. Der Verlust von Lebensräumen ist der am besten untersuchte Faktor. Die Auswirkungen der Verschmutzung mit Pestiziden, Stickstoff, Schwermetallen und Krankheiten werden in der gesichteten Literatur ebenfalls weitgehend als wichtige Faktoren anerkannt. Darüber hinaus wird eine Rolle für die Rückkopplungsschleife zwischen klimabedingten Dürreperioden, verringelter Nektar- und Pollenproduktion, geringerem Bestäubungserfolg, Inzucht von Pflanzen, verringelter Nektarqualität und Rückgang der Bestäuber hervorgehoben. Es bestehen nach wie vor erhebliche Wissenslücken, insbesondere in Bezug auf die Wechselwirkungen zwischen Pestiziden, Bienenkrankheiten und anderen Faktoren des Bestäuberrückgangs.

In der zweiten Übersichtsarbeit von [Tooker und Persons](#) wird erörtert, wie ältere Insektizidklassen wie DDT zum Verlust der biologischen Vielfalt von Insekten und zur Akkumulation in Nahrungsnetzen mit weitreichenden ökologischen Auswirkungen führen. Die Einführung der integrierten Schädlingsbekämpfung (IPM) versprach weniger Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen, doch die Umstellung auf Neonicotinoide hat zu neuen und einzigartigen Bedrohungen für Insektenpopulationen geführt. Da Neonics prophylaktisch eingesetzt werden, werden Insektizide heute auf mehr Anbauflächen angewendet als je zuvor. Darüber hinaus sind nicht nur die behandelten Pflanzen eine Expositionsquelle. Die hohe Wasserlöslichkeit von Neonics bedeutet, dass eine erhebliche Verschmutzung von Nicht-Ziel-Lebensräumen unvermeidlich ist. Aufgrund ihrer systemischen Eigenschaften ist es möglich, dass Wildpflanzen (einschließlich blühender Bäume) Neonrückstände aus verschmutzten Böden, Oberflächengewässern und Grundwasser in Pollen und Nektar übertragen. Blütenbesuchende Insekten und andere Taxa sind somit in großem Umfang und während der gesamten Nahrungssuche chronisch diesen Chemikalien ausgesetzt. Neonics beeinflussen das Nahrungsnetz, indem sie die Abundanz und Vielfalt von Insekten verringern, so dass Mitglieder höherer tropischer Ebenen (z. B. Insektenfresser) unter Beuteknappheit leiden können. Solche Kaskadeneffekte von Neonicotinoiden in Nahrungsnetzen wurden in der Tat für räuberische Insekten, insektenfressende Vögel und Fische dokumentiert. In einigen wenigen Studien wurden auch Hinweise auf eine Bioakkumulation von Neonics gefunden, u. a. bei Salamandern und Regenwürmern. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Neonicotinoide aufgrund ihrer Allgegenwärtigkeit und der vorliegenden Beweise wahrscheinlich über direkte und indirekte Auswirkungen auf die Nahrungsnetze eine Rolle beim Rückgang der Insekten spielen, vor allem durch eine Vereinfachung der betroffenen Nahrungsnetze. Die Schnittstelle zwischen der Wissenschaft über den Rückgang der Bestäuber und der Politik zum Schutz und zur Wiederherstellung der Vielfalt und des Überflusses von Bestäubern wird erörtert.

Abbildung 1



Obere Grafik: Behandelte Anbaufläche (blaue Linie, Millionen Hektar) und Masse der ausgebrachten Pestizide (rote Linie, Tausend Tonnen) von 1990 bis 2015; **untere Grafik:** Anzahl der medianen tödlichen Dosen (LD50) von Honigbienen in Pestiziden, die auf landwirtschaftlichen Flächen im Vereinigten Königreich 1990–2015 ausgebracht wurden. Reproduziert aus [11], urheberrechtlich geschützt von Goulson et al. (CCBY). Beachten Sie, dass die Legende auf der vertikalen Achse im oberen Feld verbessert wurde und die Legende im unteren Feld innerhalb der Abbildung platziert wurde.

in drei Beiträgen. Der erste ist ein kritischer Bericht von Arnold über die Erstellung der thematischen Bewertung von Bestäubern [4] durch die Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). IPBES hat die Aufgabe, den Zustand der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen auf Anfrage von Entscheidungsträgern zu bewerten. Die wissenschaftlichen Bewertungen des IPBES werden von großen Gruppen von Autoren verfasst, wobei 80 % der Autoren von Regierungen und 20 % von Akteuren.

Die Regierungen nehmen die Bewertungstexte an. Arnold war einer der externen Experten, die den ersten Entwurf der IPBES-Bewertung von Bestäubern formell überprüften. In seinem Beitrag in dieser thematischen Ausgabe setzt er sich kritisch mit der einseitigen Bewertung der wissenschaftlichen Literatur über die Rolle von Pestiziden im Entwurf der Bestäuberbewertung auseinander, die im Rahmen des externen Überprüfungsprozesses festgestellt wurde. Die Überprüfung des ersten IPBES-Entwurfs ergab eine unvollständige und voreingenommene Literaturauswertung, die stark auf die eigenen Interessen ausgerichtet war,

Stark verzerrt durch die Selbst-Zitierung eines der Autoren und die starke Abhängigkeit von Studien des Neonicotinoid-Herstellers Syngenta. Zahlreiche akademische Schlüsselstudien zur Rolle von Pestiziden wurden nicht berücksichtigt, und die bahnbrechenden und umfassenden systematischen Überprüfungen der *Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning* (WIA) wurden nicht einmal zitiert. Dieses Versäumnis hatte zur Folge, dass die Risiken von Neonicotinoiden für die Umwelt von IPBES systematisch heruntergespielt wurden. Obwohl ein großer Teil der von Fachleuten geprüften Literatur zeigt, dass Neonicotinoide bei realistischen Expositionen die individuelle Navigation, das Lernen, das Sammeln von Nahrung, die Langlebigkeit, die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und die Fruchtbarkeit beeinträchtigen, wurde dies im ersten Entwurf von IPBES nicht anerkannt. Der Überarbeitungsprozess ergab 10 300 Kommentare von 280 Experten und trug dazu bei, dass der IPBES-Bericht besser mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen über die subletalen Wirkungen von Pestiziden auf Bestäuber und ihre Auswirkungen auf die Bestäubung übereinstimmt. Die Analyse zeigt ferner, wie IPBES die wichtigsten Mängel, die im Überprüfungsprozess aufgezeigt wurden, in der veröffentlichten endgültigen Fassung im Wesentlichen, aber nur teilweise, behoben hat, während andere Kernpunkte und Mängel, die im Überprüfungsprozess angesprochen wurden, unverändert blieben. Zu den verbleibenden Mängeln gehört, dass die Schwächen der von der Industrie durchgeföhrten Feldstudien (mangelnde statistische Aussagekraft und eine fehlerhafte Versuchsanordnung), die in der Fachliteratur gut dokumentiert sind, nicht behoben wurden, und dass die daraus resultierenden enormen Unsicherheitsbereiche in Bezug darauf, was eine realistische Exposition im Feld bei normaler zugelassener Verwendung darstellt, nicht explizit gemacht werden. Darüber hinaus gibt IPBES eine unsubstantiiert hohe Schätzung von 15 % für die so genannte Hintergrundmortalität von Honigbienen an, ohne auf eine Quelle zu verweisen. Insider wissen, dass es sich hierbei um eine Schlüsselgröße bei der Risikobewertung von Pestiziden handelt, da die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) in ihrer "Bienenleitlinie" [23] die durch Pestizide verursachte Sterblichkeit mit der Hintergrundsterblichkeit vergleicht. In dem seit 2013 andauernden Krieg zwischen der Pestizidlobby und Wissenschaftlern um die Bienenleitlinien der EFSA ([EU's battle over bees steuert auf eine weitere Mauer zu](#)) spielt diese Größe eine Schlüsselrolle. Je höher die Hintergrundsterblichkeit von Honigbienen ist, desto mehr Pestizide können zugelassen werden, desto weniger werden die Bestäuber geschützt. Insgesamt fordert die Analyse bessere Garantien für die Unparteilichkeit und verbesserte Praktiken für die Beteiligung und Einbeziehung der Wissenschaft in die Politik. Zwar ist es bis zu einem gewissen Grad möglich, Fehlentwicklungen zu korrigieren, doch zeigt Arnold deutlich, dass die ersten Entscheidungen bei der Erstellung wissenschaftlicher Bewertungsberichte überproportionale Auswirkungen haben.

Der nächste Bericht über die Nutzung der Wissenschaft für die politische Entscheidungsfindung ist der Beitrag von [Demortain](#) über die wissenschaftlichen Hintergründe des EU-Verbots von Neonicotinoiden. In den 30 Jahren seit ihrer Einführung in den frühen 1990er Jahren wurden sie zu den am häufigsten verwendeten Insektiziden, aber auch zunehmend zur Zielscheibe öffentlicher Regulierung. Im Rahmen ihrer Pestizidverordnung hat die EU die Verwendung einer Gruppe von 3 Neonics gleichzeitig verboten. Das französische Biodiversitätsgesetz von 2016 verbietet die Verwendung von

5 Neonicotinoiden mit Wirkung ab 2018. Das Verbot einer Gruppe von Wirkstoffen aus derselben chemischen Familie ist in der Pestizidregulierung höchst ungewöhnlich. Frühere Pestizide, deren unannehbare Auswirkungen erst nach der Markteinführung entdeckt wurden, wurden nach und nach aus dem Verkehr gezogen. Die Überprüfung soll unser Verständnis dafür verbessern, wie Forschungswissen - im Gegensatz zur Regulierungswissenschaft - in den Regulierungsbereich einbezogen oder ausgeschlossen wird. Die Untersuchung konzentriert sich auf die Frage, wie Wissensbehauptungen, die die gesamte Familie der Neonics als bienengefährlich einstuften (und nicht nur die einzelnen Wirkstoffe dieser Familie), zustande kamen und von den Regulierungsbehörden aufgegriffen wurden, und unter welchen Bedingungen dies geschehen konnte. Die subletalen Wirkungen von Pestiziden sind der Schlüssel zum Verständnis der Auswirkungen von Neonics auf Bestäuber. Wissen über subletale Wirkungen wird im Bereich der Pestizidregulierung nicht routinemäßig produziert, da die Wissensproduktion an Protokolle gebunden ist, die einem reduktionistischen Ansatz folgen. Die so genannte unsichtbare kognitive Architektur des Regulierungsräums hat drei Schlüsselemente: akute Risiken, Risiko-Nutzen-Abwägung und substanzorientiertes Denken. Erstens konzentriert sie sich vorwiegend auf die in standardisierten Laborexperimenten gemessene akute Toxizität. Zweitens wird das Wissen über die Sicherheit mit wirtschaftlichem oder nutzungsbezogenem Wissen kombiniert, z. B. über die Wirksamkeit und den praktischen Wert als Pflanzenschutzmittel, das gegen das Wissen über die Gefahren für Nichtzielorganismen abgewogen wird. Drittens ist das regulatorische Wissen substanzorientiert. Dies bedeutet, dass das Wissen über eine Familie von Chemikalien mit ähnlicher Wirkungsweise und deren gemeinsame Gesamtauswirkungen auf die Umwelt und Nichtzielarten in einem normal konfigurierten Regelungsraum kaum eine Chance hat, erarbeitet zu werden. Der Bericht zeigt, wie im Fall von Neonic alternatives Regelungswissen entstand, weil öffentliche Forscher, Imker, Nichtregierungsorganisationen und Politiker, die sich für Umweltmaßnahmen einsetzen, eine Koalition bildeten, der es gelang, sich im Regelungsraum zu vernetzen. Dadurch wurde der Regelungsraum neu konfiguriert, um neue Akteure und eine größere Vielfalt an Wissensquellen und -formen einzubeziehen. Diese Pluralisierung des Wissens, das bei der behördlichen Risikobewertung berücksichtigt wird, beseitigte die blinden Flecken der routinemäßigen behördlichen Wissenschaft in Bezug auf chronische und subletale Wirkungen niedriger Dosen, was wiederum das Verbot ermöglichte. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass Forscher aus der Öffentlichkeit nicht davor zurückschreckten, ihr Wissen in die beteiligten Behörden einzubringen, obwohl dies ein harter Kampf ist. Sie brachten Schlüsselwissen aus der öffentlichen Forschung über Neonics direkt zu den Fachbehörden in ganz Europa, wie der EFSA und der EEA, sowie zu den nationalen und europäischen Entscheidungsträgern. Zweitens schlossen sich die Forscher mit Imkern zusammen, die wiederum mit öffentlichen Interessengruppen verbunden waren. Journalisten verstärkten ihre Berichterstattung, und spezialisierte Nichtregierungsorganisationen taten sich mit öffentlichen Wissenschaftlern zusammen, um ihre Maßnahmen mit Fakten zu untermauern. All dies zusammen schuf die Dynamik, die schließlich zu folgenden Ergebnissen führte, die eine Neugestaltung des Regelungsrahmens, um ein breiteres Spektrum an wissenschaftlichen Erkenntnissen einzubeziehen; und die notwendig waren, um die inakzeptable Schädigung von Bestäubern durch den normalen zugelassenen Einsatz von Neonics zu erkennen und zu verstehen. Diese von außen erzwungene Einbeziehung eines breiteren Spektrums an wissenschaftlichen Erkenntnissen in die Regulierungswissenschaft ermöglichte das außergewöhnliche Phänomen, dass eine Gruppe von Chemikalien gemeinsam verboten wurde. Dies stellt eine

Umkehrung der routinemäßigen, geschlossenen Funktionsweise des Regelungsraums und der Entstehung einer Standardregelungswissenschaft dar, die niedrige Dosen und chronische, subletale Auswirkungen von Pestiziden strukturell außer Acht lässt. Leider hat diese Umkehrung bereits begonnen und ist noch weit von einer strukturellen Umkehrung des Regelungsraums entfernt. Dies bedeutet, dass die routinemäßige Regulierungswissenschaft mit hoher Wahrscheinlichkeit weiterhin ernsthafte blinde Flecken bei der Erkennung von Risiken für Bestäuber durch bestehende und neue Pestizide aufweisen wird. Dies bedeutet auch, dass öffentliche Wissenschaftler weiterhin ihre gesellschaftliche Verantwortung wahrnehmen und sich in Koalitionen mit anderen gesellschaftlichen Akteuren engagieren müssen, um den Regulierungsbehörden und politischen Entscheidungsträgern relevante Erkenntnisse und Frühwarnsignale zur Kenntnis zu bringen.

Der dritte Bericht über die Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik von [Drivdal und van der Sluijs](#) konzentriert sich auf die Rolle des Vorsorgeprinzips (VSP) bei der Entscheidungsfindung zum Schutz von Bestäubern. Das VSP fordert einen vorausschauenden Ansatz zum Schutz von Mensch und Umwelt vor den ungewissen Risiken menschlichen Handelns. Es kann politische Maßnahmen zur Verringerung potenzieller Risiken in Fällen rechtfertigen, in denen die wissenschaftlichen Erkenntnisse über Risiken unzureichend, nicht schlüssig oder ungewiss sind und eine vorläufige objektive wissenschaftliche Bewertung darauf hindeutet, dass begründete Bedenken bestehen, dass die potenziell gefährlichen Auswirkungen auf die Umwelt, die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen unannehmbar sein könnten. Sie wurde in das nationale und internationale Recht und die Umweltpolitik in Bezug auf die biologische Vielfalt aufgenommen. Die Überprüfung zeigt, dass die Forschungsfront zum vorsorglichen Schutz von Bestäubern lückenhaft ist. In Studien zum Schutz der biologischen Vielfalt von Bestäubern wird die Vorsorge offenbar als allgemeiner Ansatz betrachtet, der im Zusammenhang mit unserem begrenzten Wissen (wissenschaftliche Unsicherheit) über Insektenarten und die biologische Vielfalt erwähnt wird. Darüber hinaus wird in zwei verschiedenen Literatursträngen die Rolle des VSP bei der Regulierung von Pestiziden und des internationalen Bestäuberhandels diskutiert. Die Analyse ergab Unstimmigkeiten bei der Art, dem Ort und dem Zeitpunkt der Anwendung des VSP. Das Verfahren zur Anwendung des VSP ist oft langwierig, was zu verzögerten, fragmentierten, engen und mangelhaften Regelungen führt. Die Überprüfung zeigt auch die Herausforderungen auf, die sich aus der Berufung auf den Vorsorgegrundsatz in einem Kontext wissenschaftlicher Unsicherheit und Kontroverse sowie der Vereinnahmung der Regulierungswissenschaft durch Unternehmen ergeben. Der Fall der Neonics ist ein Beispiel dafür. Wissenschaftliche Ungewissheit bietet Raum für unterschiedliche Interpretationen der Wissenschaft, die oft durch Strategien der Händler des Zweifels angeheizt werden. Wenn viel auf dem Spiel steht und wirtschaftliche Interessen im Spiel sind, werden vorgesetzte VSP-Vorschriften auf den Widerstand mächtiger Interessengruppen stoßen. Um in einer solchen Situation voranzukommen, fordern die Autoren einen disziplinübergreifenden Ansatz, bei dem sich Entomologen mit Sozialwissenschaftlern, Rechtswissenschaftlern, Gesetzgebern und politischen Entscheidungsträgern zusammenschließen, um eine erweiterte Peer-Gemeinschaft zu bilden, die sich gemeinsam mit den menschgemachten Dimensionen des Bestäuberrückgangs befasst und gemeinsam

angemessen ~~Reaktionen~~ Vorschläge für politische Optionen erarbeiten kann.

Schließlich befassen sich drei Beiträge mit politischen und gesellschaftlichen Reaktionsmöglichkeiten, um den Rückgang der Bestäuber einzudämmen. Der Beitrag von [Gemmell-Herrenetal.](#) untersucht, welche evidenzbasierten Strategien zum Schutz von Bestäubern entwickelt werden können. Vielfältige und reichlich vorhandene einheimische Bestäubergemeinschaften können wirksame Bestäubungsleistungen erbringen und sind bei der Erbringung dieser Leistungen oft ebenso wirksam oder pro Besuch wirksamer als bewirtschaftete Bestäuber. Sowohl Individuenreichtum als auch Bestäubervielfalt sind entscheidend. Die Bewirtschaftung der Bestäubervielfalt ist ein wichtiges Ziel, da eine größere Vielfalt an Blütenbesuchern oft die Bestäubung von Nutzpflanzen verbessert. Verschiedene Bestäuberarten gehen unterschiedlich mit Blüten um, besuchen Blüten zu unterschiedlichen Tageszeiten, verändern das Verhalten anderer Bestäuberarten, erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass ein effektiver Bestäuber in der Gemeinschaft vorhanden ist, oder reagieren unterschiedlich auf Wetter- oder andere Umweltbedingungen. Eine größere Pflanzenvielfalt und ein größerer Reichtum der Gesamtvegetation ist ein weiterer Faktor, der die Vielfalt und Abundanz von Bestäubern erhöht. Landschaften mit einer hohen Vegetationsdichte an den Rändern weisen die höchste Anzahl an Bestäubern und natürlichen Feinden von Schadinsekten auf. Die Bereitstellung von Nistplätzen in der Landschaft ist entscheidend für den Erhalt einheimischer Bestäuber in Agrarökosystemen. Auf der Landschaftsebene hat der Verlust von naturnahen Lebensräumen in der umgebenden Landschaft zu einem stetigen Rückgang der Abundanz und des Artenreichtums von Bestäubern und damit zu einer Verringerung der Bestäubungsleistung und der Ernteerträge geführt. Der verantwortungsvolle Umgang mit Bestäubern bei der Anwendung von Pestiziden ist ein weiterer wichtiger Bestandteil der Erhaltung der Bestäuber. Der Bericht hebt hervor, wie wichtig es ist, die Perspektiven der Landwirte und der lokalen Gemeinschaften zu respektieren. Das aufkommende Konzept der ökologischen Intensivierung steht im Einklang mit indigenem Wissen, lokalen Gemeinschaften und wissenschaftlichen Erkenntnissen. Es zielt darauf ab, die landwirtschaftliche Produktivität durch die Förderung von Ökosystemleistungen zu erhalten oder zu steigern, um synthetische landwirtschaftliche Produktionsmittel zu ersetzen. Durch Diversifizierung verbessert die ökologische Intensivierung häufig Ökosystemleistungen wie biologische Vielfalt, Bestäubung, Schädlingsbekämpfung, Nährstoffkreislauf, Bodenfruchtbarkeit und Wasserregulierung und sichert gleichzeitig die Ernteerträge. Die regulierenden Funktionen der Natur erfordern sowohl die Gestaltung von Agrarökosystemen auf Landschaftsebene als auch die Anerkennung der Komplexität von Agrarsystemen. Die Literatursynthese bietet eine Grundlage für systemische Lösungen, die dem ermittelten Bedarf an der gemeinsamen Schaffung von Wissen, partizipativen Ansätzen zur Entscheidungsfindung und innovativem Management in Agrarökosystemen gerecht werden. Es werden ganzheitliche politische Ansätze benötigt, die ein breites Spektrum von Akteuren in den Übergang zu nachhaltigen, bestäuberfreundlichen Lebensmittel-Produktionssystemen einbeziehen.

Anschließend überprüfen Iwasaki und Hogendoorn kritisch die Angemessenheit von Erhaltungsmaßnahmen für Bestäuber, ausgehend von einer Analyse der relativen Bedeutung von bewirtschafteten Honigbienen im Vergleich zu Wildbienen und bienenfremden Insektenbestäubern. Blütenbesuchende Insekten, die keine Bienen sind, werden in zunehmender Häufigkeit als wichtige Bestäuber von Kulturpflanzen erkannt. In der öffentlichen Wahrnehmung wird der Rückgang der Bestäuber fälschlicherweise mit dem Rückgang der Honigbienen gleichgesetzt. Trotz zunehmender Erkrankungen der Honigbienen und steigender Völkerverluste ist die Zahl der bewirtschafteten Honigbienen jedoch seit mehreren Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen, einfach weil die Imker zusätzliche Völker züchten, um die verlorenen zu ersetzen und der steigenden Nachfrage nach Bestäubung gerecht zu werden. Es sind die einheimischen Wildbienenarten und bienenfremde Insektenbestäuber, die im Rückgang begriffen und vom Aussterben bedroht sind. Das Missverständnis in der Öffentlichkeit hat in vielen Fällen dazu geführt, dass Maßnahmen zum Schutz von Bestäubern durchgeführt wurden, die in erster Linie den Honigbienen zu Gute kommen, sogar zum Nachteil der im Rückgang begriffenen Gemeinschaften der Wildbestäuber. Zum Beispiel durch die Anpflanzung von Blumen in Feldgärten, die nach ihrer Bedeutung für Honigbienen ausgewählt wurden. Die Konkurrenz von Honigbienen mit anderen Bestäubern kann sehr unterschiedlich sein, aber es gibt zahlreiche Hinweise darauf, dass einheimische Bestäuber und Ökosysteme oft negativ beeinflusst werden, wenn Honigbienen in Naturgebieten eingesetzt werden. Die zunehmende Beliebtheit der Stadtimkerei kann sich auch negativ auf Wildbestäuber in städtischen Gebieten auswirken. Um die fehlleitende Wirkung des Flaggschiffs Honigbiene zu beheben, ist es wichtig, neue Flaggschiffarten wie einheimische Hummeln und kulturell bedeutende Bienen zu fördern. Erfolgreiche Beispiele sind die stachellosen Bienen (*Meliponinae*) in Süd- und Mittelamerika und die blauen Bänder- und Teddybärenbienen in Australien (Gattung *Amegilla*). Solche einheimischen Vorzeigearten können dazu beitragen, die Öffentlichkeit über wilde Bestäuber aufzuklären und den Schutz von Bestäubern in eine angemessene Richtung zu lenken. Darüber hinaus sollten Politiker über die Bestäubung von Nutzpflanzen hinausblicken und den Schutz gefährdeter Bestäuber anstreben, um die Gesundheit und das Funktionieren gefährdeter Ökosysteme zu gewährleisten.

Die letzte Übersichtsarbeit von Fontaine et al. befasst sich mit der zunehmenden Beteiligung von Amateuren und Bürgern am Fortschritt der wissenschaftlichen Forschung und an der Entwicklung wirksamer Verfahren zur Erhaltung von Bestäubern. Nicht-professionelle Experten leisten wichtige Beiträge, die vom Aufbau taxonomischer Kenntnisse über Insekten bis hin zur Sammlung von Daten über große Entfernungen und lange Zeiträume reichen. Die Entwicklung taxonomischer und bibliografischer Online-Datenbanken, digitaler Fotografien und sozialer Medien für den Austausch von Fotos und die gemeinsame Identifizierung der darauf abgebildeten Insektenarten hat dem Beitrag von Laien zum Wissen über die biologische Vielfalt der Insekten einen neuen Impuls verliehen. Die Synergie zwischen Amateuren und Fachleuten auf dem Gebiet der Insektsystematik wurde als „Rückgrat der Primärforschung zur biologischen Vielfalt“ bezeichnet. Die Krefelder Entomologische Gesellschaft in Deutschland mit ca. 50 Mitgliedern lieferte die Daten für die berühmte Studie von Hallmann et al. [24], die einen Rückgang der fliegenden Insekten um 75 % Insektenbiomasse in 27 Jahren zeigte.

Heute florieren zahlreiche partizipative Überwachungsprogramme (Monitoring), die sich auf Bienen, blütenbesuchende Insekten, Schmetterlinge und Falter konzentrieren oder die Wechselwirkungen zwischen Blumen und Insekten dokumentieren. Bürgerwissenschaftliche Insektenforschung trägt zur Erhaltung der Insekten bei. Auch die Beziehung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft profitiert in hohem Maße. Bürgerwissenschaftliche Insektenprojekte machen Insekten für die Gesellschaft realer und relevanter und bieten Freiwilligen die Möglichkeit, in engem Kontakt mit Insekten in ihren Lebensräumen zu stehen, die Natur zu erleben und andere Wege der Wissenschaft zu erlernen. Amateure treten in eine Gemeinschaft von Teilnehmern ein, in der sie sich mit Wissenschaftlern austauschen. Durch diese erweiterten Wissensnetzwerke wird das Wissen über Insekten und deren Schutz verbessert. Citizen-Science-Projekte tragen dazu bei, die Wissenschaft und den Insektenschutz in der Gesellschaft zu verankern. Sie bieten Anreize, sich um Insekten zu kümmern. Die verkörperte, emotionale und enge Beziehung zu natürlichen Lebewesen ist auch der Schlüssel zur Motivation und Kreativität von Wissenschaftlern.

Die einzigartige soziale Verantwortung der Insektenwissenschaftler (Entomologen)

Der Rückgang von Bienen und anderen Bestäubern schreitet rasant voran, und die Zeit zum Handeln wird knapp. Entomologen verfügen über ein Fachwissen, das der Schlüssel sein könnte, um die Krise des Bestäuberrückgangs aufzuhalten und umzukehren. Damit kommt den Entomologen eine einzigartige gesellschaftliche Verantwortung zu, die nur mit der vergleichbar ist, die vor einem Jahrhundert in der westlichen Welt von ihnen bei der Bekämpfung von Vektorkrankheiten und Pflanzenschädlingen erwartet wurde. Damals erfanden sie starke Chemikalien und biologische Bekämpfungsmethoden. Heute müssen sie mit und für Insekten arbeiten, in einem viel komplexeren Umfeld, aber mit einer positiveren und pflegenden Einstellung [25]. Sie müssen sich dafür einsetzen, die politische Relevanz ihrer Forschung zu erhöhen, das Problem angemessen zu diagnostizieren und rechtzeitig strukturelle Lösungen und politische Optionen zu entwickeln. Die Aufmerksamkeit für diese Dimensionen wächst langsam, zu langsam [26], was zum Teil daran liegt, dass die Massenmedien diesem Thema immer noch nicht den Platz in der Berichterstattung einräumen, den es verdient [27]. Entomologen müssen sich der Mechanismen der Ignoranz bewusst sein und mit Sozialforschern zusammenarbeiten, um die Auswirkungen der soziokulturellen und politikrelevanten Forschung zum Schutz von Bestäubern zu verbessern. Durchbrüche wie das Verbot einer ganzen Klasse von erwiesenermaßen schädlichen Pestiziden, die für den Rückgang der Bestäuber verantwortlich sind, waren nur möglich, weil die Wissenschaftler sich intensiv mit allen Beteiligten auseinandergesetzt haben und Entomologen ihre gesellschaftliche Verantwortung wahrgenommen haben. Dies muss die Norm werden, nicht die Ausnahme.

Finanzierung

Der Autor JvdS hat an dieser Arbeit im Rahmen des RECIPES-Projekts mitgewirkt. Dieses Projekt wurde mit Mitteln aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union unter der Finanzhilfevereinbarung Nr. 824665 gefördert.

Referenzen

1. Van der Sluijs JP: Insect decline, an emerging global environmental risk. *Curr Opin Environ Sustain* 2020, 46:39-42 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.012>.
2. Zattara EE, Aizen MA: Worldwide occurrence records reflect a global decline in bee species richness. *One Earth* 2020, 4 (1):114-123 <http://dx.doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005>.
3. Van der Sluijs JP, Vaage NS: Pollinators and global food security: the need for holistic global stewardship. *Food Ethics* 2016, 1:75-91 <http://dx.doi.org/10.1007/s41055-016-0003-z>.
4. IPBES: The Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production. *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. 2016 <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3402856>. Bonn.
5. Decourtey A, Alaix C, Le Conte Y, Henry M: Toward the protection of bees and pollination under global change: present and future perspectives in a challenging applied science. *Curr Opin Insect Sci* 2019, 35:123-131 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.008>.
6. Straub L, Williams GR, Pettis J, Fries I, Neumann P: Superorganism resilience: eusociality and susceptibility of ecosystem service providing insects to stressors. *Curr Opin Insect Sci* 2015, 12:109-112 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cois.2015.10.010>.
7. Ferrier PM, Rucker RR, Thurman WN, Burgett M: Economic effects and responses to changes in honey bee health ERR-246 USDA, Economic Research Service. *Economic Research Report Number 246*. 2018 <https://ageconsearch.umn.edu/record/276245/files/ERR-246.pdf>.
8. Kleinman DL, Suryanarayanan S: Dying bees and the social production of ignorance. *Sci Technol Hum Values* 2013, 38:492-517 <http://dx.doi.org/10.1177/0162243912442575>.
9. Saltelli A, Benini L, Funtowicz S, Giampietro M, Kaiser M, Reinert E, van der Sluijs JP: The technique is never neutral. How methodological choices condition the generation of narratives for sustainability. *Environmental Science & Policy* 2020, 106:87-98 <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2020.01.008>.
10. Foucart S: *Et le monde devint silencieux*. SEUIL. 2019. 336 pp..
11. Goulson D, Thompson J, Croombes A: Rapid rise in toxic load for bees revealed by analysis of pesticide use in Great Britain. *PeerJ* 2018, 6:e5255 <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.5255>.
12. DiBartolomeis M, Kegley S, Mineau P, Radford R, Klein K: An assessment of acute insecticide toxicity loading (AITL) of chemical pesticides used on agricultural land in the United States. *PLoS One* 2019, 14(8):e0220029 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0220029>.
13. Douglas MR, Sponsler DB, Lonsdorf EV, Grozinger CM: County-level analysis reveals a rapidly shifting landscape of insecticide hazard to honey bees (*Apis mellifera*) on US farmland. *Scientific reports* 2020, 10(1):1-11 <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-57225-w>.
14. Schulz R, Bub S, Petschick LL, Stehle S, Wolfram J: Applied pesticide toxicity shifts toward plants and invertebrates, even in GM crops. *Science* 2021, 372:81-84 <http://dx.doi.org/10.1126/science.abe1148>.
15. Siviter H, Muth F: Do novel insecticides pose a threat to beneficial insects? *Proceedings of the Royal Society B* 2020, 287(1935):20201265 <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2020.1265>.
16. Crossley MS, Meier AR, Baldwin EM, Berry LL, Crenshaw LC, Hartman GL, Lagos-Kutz D, Nichols DH, Patel K, Varriano S, Snyder WE, Moran MD: No net insect abundance and diversity declines across US Long Term Ecological Research sites. *Nature Ecology and Evolution* 2020, 4(10):1368-1376 <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-020-1269-4>.
17. van Klink R, Bowler DE, Gongalsky KB, Swengel AB, Gentile A, Chase JM: Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* 2020, 368(6489):417-420 <http://dx.doi.org/10.1126/science.aax9931>.
18. Welti EAR, Joern A, Ellison AM et al.: Studies of insect temporal trends must account for the complex sampling histories inherent to many long-term monitoring efforts. *Nature Ecology and Evolution* 2020, 5:589-591 <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-021-01424-0>.
19. Desquibet M, Cornillon P, Gaume L, Bonmatin J: Adequate statistical modelling and data selection are essential when analysing abundance and diversity trends. *Nature Ecology and Evolution* 2021, 5(5):592-594 <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-021-01427-x>.
20. Desquibet M, Gaume L, Grippa M, Ce' re' ghino R, Humbert J-, Bonmatin J-, Cornillon P-, Maes D, Dyck HV, Goulson D: Comment on "meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances". *Science* 2021, 370(6523):1-5 <http://dx.doi.org/10.1126/science.abd8947>.
21. Ja" hnig SC, Baranov V, Altermatt F, Cranston P, Friedrichs-Manthey M, Geist J et al.: Revisiting global trends in freshwater insect biodiversity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 2021, 8 (2):e1506 <http://dx.doi.org/10.1002/wat2.1506>.
22. Lees AC, Attwood S, Barlow J, Phalan B: Biodiversity scientists must fight the creeping rise of extinction denial. *Nature Ecology and Evolution* 2020, 4(11):1440-1443 <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-020-01285-z>.
23. EFSA: EFSA Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). *EFSA Journal* 2013, 11(7):3295 <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3295>.
24. Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Mu Iler A, Sumser H, Ho rren T, Goulson D, de Kroon H: More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One* 2017, 12:e0185809 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
25. Dangles O, Casas J: Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals. *Ecosystem services* 2019, 35:109-115 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.002>.
26. Hall DM, Martins DJ: Human dimensions of insect pollinator conservation. *Curr Opin Insect Sci* 2020, 38:107-114 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cois.2020.04.001>.
27. Althaus SL, Berenbaum MR, Jordan J, Shalmon DA: No buzz for bees: Media coverage of pollinator decline. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2021, 118(2) <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2002552117>.