



## Insektensterben – inwiefern sind Pestizide dafür mitverantwortlich?

JOHANN G. ZALLER

**Abstract: Insect decline – what is the contribution of pesticides?** The decline in insects has been documented almost worldwide. Unanimously, the following factors were identified as driving forces: habitat loss, climate change with all its facets, and the intensification of agriculture including the frequent use of plant protection products or pesticides. But how can it be that pesticides that went through a very complex and time-consuming approval process cause such detrimental effects? An important aspect is that the mandatory environmental risk assessments of pesticides do not take sufficient account of application practices in agriculture. Numerous studies show that insects are widely influenced by pesticides: through direct impacts on non-target insects, indirect effects through the destruction of forage plants, effects on the microbiome and the nervous system of insects. Due to their broad use, drift and leaching, pesticide residues show up in many water bodies and soils; this even includes substances that have been banned for decades. Hence, the integrity of ecosystems might be compromised, as insects perform essential functions in ecosystems and are an important food resource for many vertebrates. The dilemma can be solved by consistently reducing the use of pesticides and transforming pesticide-intensive farming into an agriculture where an objective is also the protection of biodiversity.

**Key words:** biodiversity crisis, species decline, agroecology, intensive agriculture, plant protection products, environmental risk assessment

**Citation:** ZALLER J.G. 2020: Insektensterben – inwiefern sind Pestizide dafür verantwortlich. – *Entomologia Austriaca* 27: 285–295.

### Einleitung

Die Biodiversität – nicht nur jene der Insekten – ist weltweit rückläufig. Mehrere Studien weisen darauf hin, dass die Intensivierung der Landwirtschaft und der Einsatz an Pestiziden dazu wesentlich beiträgt (DIRZO et al. 2014; HALLMANN et al. 2017; SÁNCHEZ-BAYO & WYCKHUYS 2019; SEIBOLD et al. 2019). Es wird geschätzt, dass weltweit 41 % der Insektenarten im Rückgang begriffen sind (SÁNCHEZ-BAYO & WYCKHUYS 2019). In Deutschland haben Schmetterlingspopulationen seit 1990 um 50 % abgenommen (VAN SWAAY et al. 2006), die Biomasse der fliegenden Insekten in deutschen Naturschutzgebieten hat innerhalb von 27 Jahren (1989–2016) um 76 % abgenommen (HALLMANN et al. 2017). Auswertungen von ca. 2.700 Arthropodenarten an 150 Grasland- und 140 Waldstandorten in Deutschland zeigten, dass zwischen 2008 und 2017 im Grasland die Biomasse um 67 %, die Abundanz um 78 % und die Artenzahlen um 34 % zurückgingen (SEIBOLD et al. 2019). In Waldgebieten sanken im selben Zeitraum die Biomasse um 41 %, die Artenzahlen

um 36 %, nicht aber die Abundanzen. Der Rückgang war über die trophischen Ebenen – Herbivoren, Pilzfresser, Detritivoren, Omnivoren, Carnivoren – hinweg konsistent und betraf hauptsächlich seltene Arten. Als ein Hauptverursacher für diesen Arthropodenrückgang wurden auch in dieser Studie die Intensivierung der Landwirtschaft inklusive des Einsatzes von Pestiziden festgestellt. Eigentlich sind dieser Befunde noch kritischer einzuschätzen, da die Biodiversität zu Beginn dieser Datenerhebungen schon auf einem niedrigen Stand war, weil erhebliche Rückgänge schon vor 1980 stattgefunden haben (PIMM et al. 2014).

Wenn vom Rückgang der Insekten die Rede ist, denken wir vielleicht instinktiv an fliegende Dipteren, Hymenopteren oder Lepidopteren. Nicht vergessen werden sollte, dass viele Insektenarten einen Lebensabschnitt als Eigelege, Puppe, Larven, oder sogar ihr komplettes Leben im Boden verbringen. Diese Bodeninsekten beeinflussen die Bodenstruktur und bauen organische Substanz ab, kontrollieren durch Wurzelfraß das Pflanzenwachstum; Fliegenmaden zersetzen Tierkörper, Solitärbiene und soziale Insekten wie Bienen, Hummeln oder Wespen nisten im Boden und zählen zu den wichtigsten Bestäubern von Wild- und Nutzpflanzen. Andere Bodeninsekten grasen Pilzrasen ab und sorgen für die biologische Kontrolle von Pathogenen und anderen Bodenmikroorganismen. Wurzelfressende Insektenlarven können in den Pflanzen Abwehrmechanismen gegen Insektenherbivoren oder Pflanzenpathogenen induzieren, indem sie die Ressourcenverfügbarkeit, die Bodenstruktur und/oder andere Bodentiere beeinflussen (WURST et al. 2018).

Die wahrscheinlich wichtigste Insektengruppe im Boden sind Fliegenmaden (JEFFERY et al. 2010). Nicht alle der weltweit etwa 120.000 Fliegenarten haben bodenlebende Arten. Aber es gibt tausende bodenlebende Arten wie beispielsweise Trauer-, Haar-, Zuck- oder Kriebelmücken. Die bodenlebenden Dipterenlarven sind ökologisch auch sehr heterogen und leben räuberisch, parasitär, sind allesfressend, kotfressend, pflanzenfressend oder ernähren sich von abgestorbener organischer Substanz. Eine weitere wichtige Bodeninsektengruppe sind Käfer (Coleoptera) mit sehr unterschiedlicher Lebensweise. Unter den räuberischen Insekten sind die Kurzflügler (Staphylinidae) am zahlreichsten, von denen einige sogar für das Leben in den tieferen Bodenschichten geeignet sind. Mistkäferarten (Scarabaeoidea), Aaskäfer (Silphidae) oder Grabkäfer (Carabidae) vergraben Mist von Pflanzenfressern oder tote Tierkörper von denen sich deren Larven ernähren. Larven vieler Käferarten aus mehreren Familien (Scarabaeidae, Lucanidae, Elateridae, Curculionidae, Chrysomelidae, Cerambycidae) bewohnen Boden oder Bodenoberfläche und ernähren sich von Pflanzenwurzeln oder verrottendem Holz. Andere Insektenordnungen, die im Boden vorkommen können, sind Heteroptera, Psocoptera, oder Blattodea, entweder als Imagos, oder häufiger, in früheren Entwicklungsstadien. Pestizide beeinflussen auch Bodenbakterien, Pilze und andere Mikroorganismen im Boden (MANDL et al. 2018) und somit auch die Futterressourcen für viele bodenlebende Insekten.

Damit wird klar, dass das Insektensterben mehr ist, als nur der Wegfall einer diversen Tiergruppe. Die Pestizidwirkungen gefährden letztlich mehrere Ökosystemfunktionen, die von Insekten geleistet werden. Letztendlich ist eine reichhaltige Insektenfauna wichtig für die Bestäubung, die natürliche Schädlingsbekämpfung und auch für die menschliche Gesellschaft (DAINESE et al. 2019).

## Wo werden wie viele Pestizide eingesetzt?

Pestizide, oder wie Vertreter der Landwirtschaft gerne sagen, Pflanzenschutzmittel, werden zum überwiegenden Teil von der konventionellen Landwirtschaft in unsere Umwelt ausgebracht. Große Anwendergruppen stellen auch Bahnbetreiber dar, die mittels Herbiziden die Gleiskörper frei von Beikräutern halten. Weniger bekannt sein dürfte, dass auch in Flugzeugen, speziell bei Interkontinentalflügen, regelmäßig Insektizide ausgebracht werden, da viele Zielländer vorschreiben, dass die Passagiere keine nicht-heimischen Insekten einschleppen.

Zu den Pestiziden zählen je nach Anwendungsgebieten und zu-bekämpfender-Zielorganismen Insektizide, Herbizide, Fungizide, Akarizide, Molluskizide, Rodentizide und eine Vielzahl weiterer Wirkstoffgruppen. Pestizide, als Substanzen, die andere Organismen töten, werden nicht nur in der konventionellen, sondern auch in der biologischen Landwirtschaft eingesetzt. Allerdings sind im Biolandbau keine synthetischen Pestizide erlaubt. Im Bedarfsfall werden Pflanzenextrakte, Mineralien oder Reinelemente wie Kupfer oder Schwefel eingesetzt. Ansonsten geht es vorrangig darum, über die Stärkung der Pflanzengesundheit, durch weite Fruchtfolgen und nachhaltige Bodenbewirtschaftung den Schädlings- und Krankheitsdruck zu minimieren.

Grundsätzlich dürfen nur zugelassene Pestizide in der Landwirtschaft ausgebracht werden. Dabei gilt es, die gute fachliche Praxis einzuhalten, wonach vorrangig biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische, sowie anbau- und kulturtechnische Maßnahmen gesetzt werden sollen und der Pestizideinsatz auf das notwendige Maß zu begrenzen ist. Die gute fachliche Praxis bezieht sich nicht nur auf den Einsatz von Pestiziden, sondern umfasst auch die Düngung, sowie eine ausgewogene und artgerechte Tierhaltung, den Erhalt der natürlichen Bodenfruchtbarkeit, standortangepasste Bewirtschaftung, Schutz von Biotopen, Schutz des Grünlandes und der Gewässerschutz. Vorgesehen ist in diesem Zusammenhang auch die lückenlose Dokumentation der Dünger-, Pestizid- sowie allenfalls der Arzneimitteleinsätze.

Ein Pestizid, wie es in der Landwirtschaft oder im Privatbereich verwendet wird, besteht grundsätzlich aus der aktiven Substanz, dem eigentlichen Wirk- oder Giftstoff, und einer Reihe von Beistoffen, Trägerstoffe oder Konservierungsmittel mit vielfältigen technischen Funktionen. Die Zahl der Formulierungen oder Produkte, ist mehr als vier Mal so groß, wie die der Wirkstoffe. In Österreich waren im Jahr 2017 273 chemische Pestizid-Wirkstoffe zugelassen, die in einer Wirkstoffmenge von 4626 t in Form von 1294 Pestizidprodukten zu 12.633 t vermarktet wurden (BMNT 2018). Diese Menge setzte sich zusammen aus 43 % Herbiziden, 28 % Fungiziden, 26 % Insektizide und 3 % sonstiger Wirkstoffe, wie zum Beispiel Molluskizide, Wachstumsregler und Keimungshemmer, oder Rodentizide. Zu beachten ist, dass diese offiziellen Mengenangaben immer nur die Verkaufszahlen betreffen, während über die tatsächlich in der Umwelt ausgebrachten Mengen üblicherweise keine Daten veröffentlicht werden.

Landwirtschaftliche Kulturen werden hinsichtlich der Anzahl eingesetzter Pestizide unterschiedlich intensiv bewirtschaftet. Daten aus Deutschland zeigen, dass zwischen 2011 und 2017 im Durchschnitt in Ackerbaukulturen wie Mais 1.9 Pestizide, in Zuckerrüben 3.9, bei Wintergerste 4.1, bei Winterweizen 5.4, Winterraps 6.7, Hopfen 10.7, Kartoffeln

12.2, im Weinbau 18.3 und im intensiven Apfelanbau 31.8 Pestizide pro Saison eingesetzt wurden (JKI 2018). Pestizide, die in der Saatgutbeizung eingesetzt wurden, sind in dieser Auflistung nicht enthalten. Hochgerechnet auf die landwirtschaftliche Nutzfläche, ergibt sich dadurch eine Pestizidmenge von etwa 8,8 kg pro Hektar und Jahr (UBA 2016). Leider ist die Datenlage in Österreich dazu sehr dürftig, aber es muss angenommen werden, dass hierzulande die Situation ähnlich ist, wie in Deutschland.

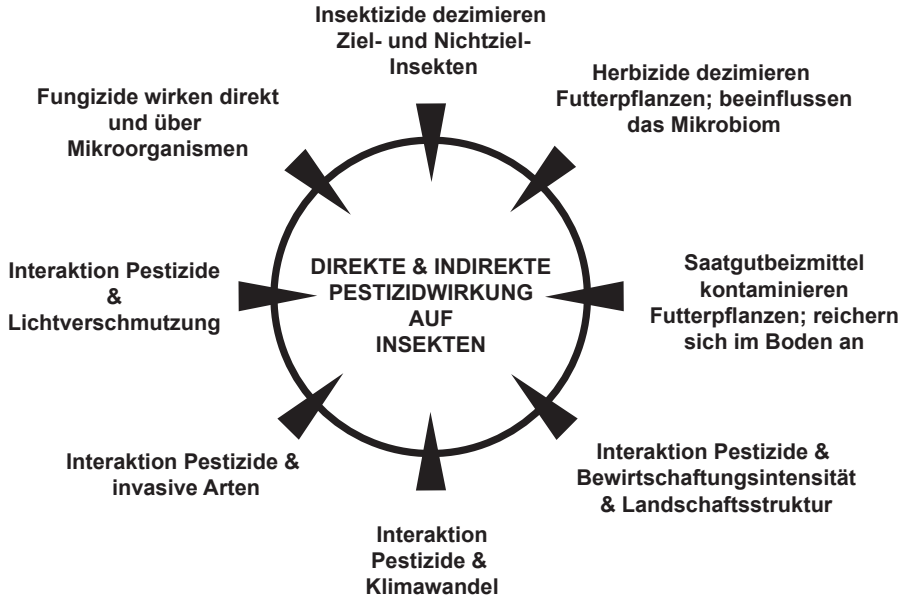
Während Pestizide in der Landwirtschaft nur mit einer ausführlichen Sachkundeprüfung eingesetzt werden dürfen, bestehen für Privatpersonen keine derartigen Verpflichtungen. In Österreich sind für den Einsatz für nicht-berufliche Anwendungen etwa 350 Produkte zugelassen. Im Privatbereich werden etwa 5–10 % der in Österreich verwendeten Pestizidmenge eingesetzt. Einige davon wie zum Beispiel Rapsöl zur Kontrolle von Insekten gelten als wenig bedenklich, andererseits sind aber auch für die Privatanwendung zum Teil dieselben Wirkstoffe zugelassen, die auch im professionellen Bereich verwendet werden dürfen. Bedenklich dabei ist auch, dass im Privatbereich Dosierempfehlungen, Wartezeiten oder Anwendungsarten der Produkthersteller vermutlich nicht eingehalten werden. Neben den Pestiziden sind Insekten noch mit einer Vielzahl anderer, menschengemachter, synthetischer Chemikalien konfrontiert. Pestizide nehmen dabei aber eine Sonderrolle ein, da sie anders als viele andere Chemikalien, die in industriellen Kreisläufen kursieren, offen in die Umwelt ausgebracht werden.

### **Pestizidwirkungen auf Biodiversität und Ökosystemfunktionen**

Ein ausführliche Behandlung der vielfältigen Pestizidwirkungen auf Biodiversität und Ökosysteme würden den Rahmen dieses Artikels sprengen, dazu gibt es für den deutschsprachigen Raum mehrere Überblicksarbeiten (SCHÄFFER et al. 2018; ZALLER 2018). Allein aufgrund ihrer beabsichtigten Wirkung – der Vernichtung von Organismen – stellen Pestizide generell eine Bedrohung für die Biodiversität dar (SÁNCHEZ-BAYO & WYCKHUYS 2019). Wenn dadurch Nicht-Zielorganismen betroffen sind, die wichtig sind für Nährstoffkreisläufe, für die Bodenfruchtbarkeit und Bodenstruktur (GAUPP-BERGHAUSEN et al. 2015) oder wenn es sich um Gegenspieler von Schaderregern handelt (GEIGER et al. 2010), dann beeinflussen Pestizide auch die Funktionen und Leistungen der Ökosysteme. Zusätzlich wirken eine Reihe anderer Umweltstressoren auf die Insekten ein. Es stellt sich immer mehr heraus, dass Pestizide nicht so spezifisch wirken, wie von den Herstellern beabsichtigt bzw. angegeben.

Nachfolgend soll nur auf zwei der am meisten verwendeten Wirkstoffgruppen eingegangen werden: den Herbizid-Wirkstoff Glyphosat und der Insektizid-Wirkstoffe der Neonicotinoide.

In terrestrischen Systemen reduzieren Herbizide die Diversität und Abundanz von Beikräutern auf den Feldern (GEIGER et al. 2010) und in benachbarten Saumbiotopen (SCHMITZ et al. 2014). Damit sind auch die Konsumenten der Insekten wie Kleinsäuger, Fledermäuse und Vögel betroffen (JAHN et al. 2014; TEUFELBAUER & SEAMAN 2019). Auch in aquatischen Systemen verändern Insektizide und Herbizide die Struktur, Biodiversität und Funktion von Gewässerlebensgemeinschaften (BAIER et al. 2016; STEHLE & SCHULZ 2015). Glyphosat ist das weltweit am Häufigsten eingesetzte Herbizid. Glyphosathaltige



**Abb. 1:** Vielfältige direkte und indirekte Wirkungen von Pestiziden auf die Insekten.

Herbizide werden nach Angabe des Umweltbundesamtes in Deutschland auf ca. 40 % der Felder mindestens einmal im Jahr eingesetzt, im Raps sogar auf bis zu 90 % der Felder. Es ist zwar abbaubar, aber die Abbaugeschwindigkeit schwanken stark von 3 bis zu 500 Tagen je nach Bodenbeschaffenheit und biologischer Aktivität (EFSA 2015).

Ökotoxikologische Studien mit Stellvertreterorganismen stellen Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA (aminomethylphosphonic acid) oftmals weniger kritisch dar, als andere Herbizide. Problematisch dabei ist aber, dass viele langfristige und chronische Auswirkungen über diese Standardverfahren nicht erhoben werden. Durch den generell hohen Glyphosateinsatz gibt es eine steigende Zahl glyphosatresistenter Beikräuter (BONNY 2011), sodass häufig bereits auf die gleichzeitige Anwendung mehrerer Wirkstoffe gesetzt wird. Weiterhin vernichten Breitbandherbizide wie Glyphosat nahezu alle wildwachsenden Pflanzen auf den Äckern. Da damit Insekten und Wirbeltieren ein Teil ihrer Lebensgrundlage genommen wird, haben solche Mittel einen negativen Einfluss auf die allgemeine Biodiversität von Pflanzen und Tieren. In intensiv genutzten Agrarlandschaften wird die Störung der Nahrungsketten durch Glyphosat zum Problem, denn dort stehen den Arten kaum Ersatzhabitats zur Nahrungssuche zur Verfügung (SCHÜTTE et al. 2017).

Obwohl Glyphosat eigentlich nur gezielt in den Stoffwechsel von Pflanzen eingreifen sollte, zeigen Studien auch direkte Beeinflussungen des Mikrobioms von Honigbienen wodurch diese anfälliger für Krankheiten sind (MOTTA et al. 2018). Fest steht aber auch, dass mehrere interagierende Stressoren für den Rückgang der Insekten verantwortlich sind und die Bedeutung der einzelnen Faktoren von der jeweiligen Situation abhängt.

Insektizide aus der Gruppe der Neonicotinoide sind die weltweit weitverbreitetsten Insektizide. Die Besonderheiten der Neonicotinoide liegen neben der hohen insektiziden auch

in deren systemischen Wirkungsweise. Die Wirkstoffe binden an neuronale Rezeptoren der Insekten und stören langfristig die Weiterleitung von Reizen, was zum Tod der Insektenherbivoren, aber auch von Nichtzielorganismen wie zum Beispiel Bestäuberinsekten führt. Neonicotinoide werden überwiegend zur Saatgutbeizung bei Raps, Getreide, Mais, oder Zuckerrüben eingesetzt; zusätzlich werden Kulturpflanzen mit Neonicotinoiden besprüht. Durch seine systemische Wirkung wird der Wirkstoff nach dem Keimen der Pflanzen aufgenommen und in der Pflanze verteilt, wodurch die gesamten Pflanzen für längere Zeiträume gegen Insektenfraß geschützt sind.

Nur etwa 2–20 % der wasserlöslichen Neonicotinoide werden von den Pflanzen aufgenommen, der Rest gelangt bei einer Anwendung auf dem Feld auf den Boden bzw. durch mögliche Verdriftung mit dem Wind auf andere Flächen und Gewässer in der Landschaft (SÁNCHEZ-BAYO 2014). Die Neonicotinoide verbleiben auch für längere Zeit im Boden und können von Nichtzielpflanzen aus der nachfolgenden Gründüngung oder Blühstreifenmischung aufgenommen werden (MÖRTL et al. 2017).

Mittlerweile gilt es als nachgewiesen, dass sich die Anwendung der Neonicotinoide dauerhaft nachteilig auf Insektenbestände auswirkt. Die damit einhergehende reduzierte Bestäubungsleistung wirkt sich nicht nur auf landwirtschaftliche Erträge negativ aus (GARIBALDI et al. 2013), sondern auch auf von Wildbienen bestäubte Wildpflanzen (BONMATIN et al. 2015). Neonicotinoide und andere Pestizide tragen damit zum Artenverlust und zu den damit verbundenen negativen Auswirkungen auf essentielle Ökosystemfunktionen bei (BONMATIN et al. 2015). Wegen der negativen Auswirkungen von Neonicotinoiden auf Honigbienen hat die EU Anwendungsbeschränkungen für drei Neonicotinoid-Wirkstoffe (Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam) beschlossen.

### **Pestizidrückstände im Boden und in Gewässern**

Je nach Anwendungstechnik – mit Rückenspritze, Traktor, Flugzeug oder Helikopter – und chemischer Charakteristik (Aggregatzustand fest oder flüssig, Verdampfungstemperatur) werden Pestizide mehr oder weniger weit in benachbarte Gebiete verdriftet oder ins Grundwasser, in Flüsse oder Seen ausgeschwemmt. Untersuchungen zeigen, dass weltweit kritische Umweltqualitätsnormen durch Pestizidrückstände in Gewässern überschritten werden (SÁNCHEZ-BAYO et al. 2016). In der Schweiz wurden beispielsweise über 100 verschiedene Pestizide und deren Abbauprodukte in Flüssen nachgewiesen (MOSCHET et al. 2014).

Analysen von 317 landwirtschaftlichen Böden aus der gesamten Europäischen Union zeigten, dass über 80 % der getesteten Böden Pestizidrückstände enthielten: 25 % der Proben hatten Rückstände von einem Pestizid, 58 % der Proben hatten Mischungen aus zwei oder mehr Rückständen, mit insgesamt 166 verschiedenen Pestizidkombinationen (SILVA et al. 2019). Glyphosat und DDT mit den jeweiligen Metaboliten und die Breitbandfungizide Boscalid, Epoxiconazol und Tebuconazol waren am häufigsten in Bodenproben zu finden. Dies zeigt, dass viele Pestizide über Jahrzehnte im Boden verbleiben, obwohl laut Produktbeschreibungen von erheblich kürzeren Verweildauern ausgegangen worden ist. Damit bleibt die Wirkung der Pestizide nicht nur auf die behandelten Flächen begrenzt, sondern betrifft letztendlich die gesamte Biosphäre. Tatsächlich wurden Pestizidrückstände

mittlerweile in den entlegensten Gebieten der Erde nachgewiesen: etwa in der Arktis, der Antarktis, in Hochgebirgen oder der innersten Mongolei, tausende Kilometer entfernt vom nächstgelegenen Anwendungsort der Pestizide (ZALLER 2018).

### **Wie werden Pestizide auf ihre Umweltrisiken getestet?**

In der EU ist gesetzlich festgelegt, dass Pestizide bei sachgerechter Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier, noch auf das Grundwasser haben dürfen und keine unverträglichen Auswirkungen auf den Naturhaushalt ausüben (EC 2019). Pestizidhersteller beantragen bei den zuständigen Behörden eine Zulassung und legen die dafür notwendigen Studien vor. Die Bewertung der Umweltauswirkungen erfolgt in einem dreistufigen Verfahren. Dabei werden erwartete Konzentration der Substanzen in der Umwelt und Exposition von schützenswerten Nichtzielorganismen getestet (SCHÄFFER et al. 2018). Auf der ersten Stufe des Prüfverfahrens werden die Pestizidwirkstoffe unter standardisierten Laborbedingungen an bestimmten Stellvertreterorganismen getestet. Liegt die erwartete Konzentration bei Exposition im Freiland hinreichend unter der Schwelle, ab der ein Effekt erwartet werden kann, so wird das Risiko als akzeptabel angesehen. Sofern ein unakzeptables Risiko angezeigt wird, müssen realitätsnähere Risikobewertungen (sog. Higher-tier-Bewertungen) vorgelegt werden. Dabei werden zusätzliche Testorganismen oder Studien im Gewächshaus, Halbfreiland oder Freiland durchgeführt.

Diese Studien werden überwiegend mit Stellvertreterorganismen durchgeführt, d. h. mit unter Laborbedingungen leicht zu kultivierenden Arten wie z. B. Honigbienen (*Apis mellifera*), Wasserflöhe (*Daphnia magna*) oder Kompostwürmer (*Eisenia foetida*). Die meisten dieser Testverfahren sind nach entsprechenden OECD- oder ISO Richtlinien stark standardisiert. Die Studien die zur Zulassung bei den zuständigen Behörden eingereicht werden, werden von den Pestizidherstellern in Auftrag gegeben und geheim gehalten und entziehen sich damit auch einer kritischen Bewertung durch unabhängige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

### **Mängel bei der Bewertung der Umweltrisiken**

Wie eingangs erwähnt, wird der dramatische Rückgang der Biodiversität in der Agrarlandschaft zum Teil mit der Pestizidverwendung in Zusammenhang gebracht, was auch Mängel in der Umweltrisikobewertung offensichtlich macht (BRÜHL & ZALLER 2019). Erstens, wird bei der Pestizid-Zulassung nur ein Wirkstoff beziehungsweise ein bestimmtes Produkt geprüft. In der Praxis werden aber mehrere Pestizide gleichzeitig eingesetzt. Die Wirkung dieser Pestizid-Cocktails wird nicht untersucht. Zweitens, werden Pestizide nur an Einzelorganismen getestet und Interaktionen zwischen Organismen, wie sie im Freiland vorkommen ignoriert. Ein bestimmtes Herbizid könnte also beim direkten Kontakt für Insekten unbedenklich sein. Wenn durch die Herbizidbehandlung aber Futterpflanze von Insekten dezimiert werden, dann werden dadurch auch Insekten indirekt geschädigt. Durch den Rückgang der Insektenbiomasse wird wiederum die Ernährungsgrundlage von Vögeln oder Fledermäusen gefährdet. Drittens werden die Auswirkungen auf die Biodiversität auf dem Acker nicht berücksichtigt und damit in Kauf genommen, dass es dort zu schädlichen Auswirkungen auf die Artenvielfalt kommt.

Zu berücksichtigen ist auch die unterschiedliche Empfindlichkeit, der in den Tests verwendeten Stellvertreterarten. Freilandstudien mit realistischen Expositionsszenarien zeigten, dass Neonicotinoide zum Zusammenbruch von Kolonien bei Hummeln und Wildbienen führten, während keine Auswirkungen auf Honigbienen nachweisbar waren (RUNDLÖF et al. 2015). Auch Regenwurmarten reagieren unterschiedlich empfindlich auf Pestizide (FRAMPTON et al. 2006); Ähnliches gilt für aquatische Testsysteme (MORRISSEY et al. 2015). Auch werden nach wie vor potentiell gefährdete Organismengruppen wie z. B. Wildbestäuber und Amphibien nicht in der Umweltrisikoausschätzung berücksichtigt. Multigenerationeneffekte werden standardmäßig nicht berücksichtigt, obwohl bereits für Glyphosat an Ratten nachgewiesen (KUBSAD et al. 2019). Die Aufzählung der Unzulänglichkeiten der Umweltrisikoausschätzung von Pestiziden ist nicht vollständig und ließe sich noch stark erweitern.

### Schlussfolgerungen

Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, dass uns der gegenwärtige Umgang mit Pestiziden offensichtlich nicht vor einem weitreichenden Biodiversitätsverlust bewahren kann. Der Pestizideinsatz ist auch insofern kritisch zu hinterfragen, als er offenbar in diesem Ausmaß auch landwirtschaftlich nicht notwendig ist. So zeigt eine Studie von 946 konventionellen Ackerbaubetrieben aus Frankreich aus den Jahren 2009 bis 2011, dass auf zwei Dritteln der Betriebe der Pestizidaufwand um 42% reduziert werden könnte, ohne signifikante Einbußen auf Ertrag oder Profitabilität zu erfahren (LECHENET et al. 2017). Mit einer Rückkehr zu den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes und der Vermeidung der prophylaktischen Verwendung von Pestiziden könnte die Exposition der Insekten gegenüber Pestiziden erheblich verringert werden.

Selbstverständlich sollten mit einer Pestizidreduktion auch Lebensraumverbesserungen in unserer Kulturlandschaft durchgeführt werden, durch die Schaffung von Randstreifen, Brachflächen, Hecken, Feldgehölzen in Verknüpfung mit einer biodiversitätsschonende Bewirtschaftung. In Weingärten kann beispielsweise durch entsprechende Bodenbearbeitung und diverse Fahrgassenbegrünungen ein attraktiver Lebensraum für Insekten und Spinnen auch auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche geschaffen werden (KRATSCHMER et al. 2019; PFINGSTMANN et al. 2019). In den Wäldern könnten mehr Totholz und ein älterer Baumbestand sowie ein Mosaik aus schattigen und lichter Beständen die Insektenfauna fördern. Schließlich können strukturreiche Gärten insektenfreundliche Refugien in unseren ausgeräumten Landschaften darstellen.

### Zusammenfassung

Der Rückgang an Insekten ist mittlerweile weltweit dokumentiert. Als treibende Faktoren für den Rückgang werden übereinstimmend genannt: der Verlust an Lebensraum, der Klimawandel mit all seinen Facetten, die Intensivierung der Landwirtschaft mit dem häufigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bzw. Pestiziden. Doch wie kann es sein, dass Pestizide, die vor der Markteinführung einen sehr aufwändigen und komplexen Zulassungsprozess durchlaufen, derartige Schäden verursachen? Ein Grund liegt darin, dass die vorgeschriebenen Umweltrisikoprüfungen von Pestiziden die landwirtschaftliche



Anwendungspraxis nicht ausreichend berücksichtigen. Zahlreiche internationale Studien zeigen umfangreiche Beeinflussung von Insekten durch Pestizide: direkte Effekte auf Nicht-Zielorganismen, indirekte Wirkung über die Vernichtung von Futterpflanzen, die Beeinflussung des Mikrobioms von Insekten bis hin zu Beeinträchtigungen des Nervensystems von Insekten. Durch die häufige Anwendung und Verdriftung sind Pestizide mittlerweile in Gewässern sowie in Böden nachweisbar; darunter auch Wirkstoffe, die schon seit Jahrzehnten verboten sind. Dies hat auch Auswirkungen auf die Integrität der Ökosysteme, da Insekten wichtige Funktionen in Ökosystemen durchführen und auch eine wichtige Nahrungsressource für viele Wirbeltiere darstellen. Die Lösung dieses Dilemmas ist möglich durch die konsequente Reduktion des Pestizideinsatzes und einer Transformation der pestizid-intensiven Landwirtschaft hin zu Landwirtschaftsformen, die auch den Schutz der Biodiversität als Aufgabe sehen.

## Literatur

- BAIER F. et al. 2016: Non-target effects of a glyphosate-based herbicide on Common toad larvae (*Bufo bufo*, Amphibia) and associated algae are altered by temperature. – PeerJ 4:e2641; DOI 10.7717/peerj.2641:
- BMNT 2018: Grüner Bericht 2018. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Vienna, Austria
- BONMATTIN J.-M. et al. 2015: Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. – Environmental Science and Pollution Research 22: 35–67
- BONNY S. 2011: Herbicide-tolerant transgenic soybean over 15 years of cultivation: pesticide use, weed resistance, and some economic issues. The case of the USA. – Sustainability 3: 1302–1322
- BRÜHL C.A. & ZALLER J.G. 2019: Biodiversity Decline as a Consequence of an Inappropriate Environmental Risk Assessment of Pesticides. – Frontiers in Environmental Science 7:
- DAINESE M. et al. 2019: A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. – Science Advances 5: eaax0121
- DIRZO R., YOUNG H.S., GALETTI M., CEBALLOS G., ISAAC N.J.B. & COLLEN B. 2014: Defaunation in the Anthropocene. – Science 345: 401–406
- EC 2019: Guidelines on Active Substances and Plant Protection Products.
- EFSA 2015: Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. – EFSA Journal 13: 4302, 4107 pp. doi:4310.2903/j.efsa.2015.4302
- FRAMPTON G.K., JÄNSCH S., SCOTT-FORDSMAND J.J., RÖMBKE J. & VAN DEN BRINK P.J. 2006: Effects of pesticides on soil invertebrates in laboratory studies: A review and analysis using species sensitivity distributions. – Environmental Toxicology and Chemistry 25: 2480–2489
- GARIBALDI L.A. et al. 2013: Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. – Science 339: 1608–1611
- GAUPP-BERGHAUSEN M., HOFER M., REWALD B. & ZALLER J.G. 2015: Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. – Scientific Reports: 5:12886

- GEIGER F. et al. 2010: Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. – *Basic and Applied Ecology* 11: 97–105
- GOULSON D. 2019: The insect apocalypse, and why it matters. – *Current Biology* 29: R967–R971
- HALLMANN C.A. et al. 2017: More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. – *PLoS ONE* 12: e0185809
- JAHN T., HÖTKER H., OPPERMANN R., BLEIL R. & VELE L. 2014: Protection of biodiversity of free living birds and mammals in respect of the effects of pesticides vol 30/2014. NABU, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/protection-of-biodiversity-of-free-living-birds>, accessed 20 October 2019
- JKI 2018: Statistische Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis 2018: Julius Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Quedlinburg, Deutschland
- KRATSCHMER S. et al. 2019: Response of wild bee diversity, abundance, and functional traits to vineyard inter-row management intensity and landscape diversity across Europe. – *Ecology and Evolution* 2019: 1–13
- KUBSAD D., NILSSON E.E., KING S.E., SADLER-RIGGLEMAN I., BECK D. & SKINNER M.K. 2019: Assessment of Glyphosate Induced Epigenetic Transgenerational Inheritance of Pathologies and Sperm Epimutations: Generational Toxicology. – *Scientific Reports* 9: 6372
- LECHENET M., DESSAINT F., PY G., MAKOWSKI D. & MUNIER-JOLAIN N. 2017: Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms. – *Nature Plants* 3: 17008
- MANDL K., CANTELMO C., GRUBER E., FABER F., FRIEDRICH B. & ZALLER J.G. 2018: Effects of Glyphosate-, Glufosinate- and Flazasulfuron-Based Herbicides on Soil Microorganisms in a Vineyard. – *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 101: 562–569
- MORRISSEY C.A., MINEAU P., DEVRIES J.H., SANCHEZ-BAYO F., LIESS M., CAVALLARO M.C. & LIBER K. 2015: Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: A review. – *Environment International* 74: 291–303
- MÖRTL M., DARVAS B., VEHOVSZKY A., GYORI J. & SZEKACS A. 2017: Occurrence of neonicotinoids in guttation liquid of maize – soil mobility and cross-contamination. – *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 97: 868–884
- MOSCHET C. et al. 2014: How a Complete Pesticide Screening Changes the Assessment of Surface Water Quality. – *Environmental Science & Technology* 48: 5423–5432
- 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.
- PFINGSTMANN A. et al. 2019: Contrasting Effects of Tillage and Landscape Structure on Spiders and Springtails in Vineyards. – *Sustainability* 11: 2095. doi:2010.3390/su11072095
- PIMM S.L. et al. 2014: The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. – *Science* 344: 1246752
- RUNDLÖF M. et al. 2015: Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. – *Nature* 521: 77–80

- SÁNCHEZ-BAYO F. 2014: The trouble with neonicotinoids. – *Science* 346: 806–807
- SÁNCHEZ-BAYO F., GOKA K. & HAYASAKA D. 2016: Contamination of the Aquatic Environment with Neonicotinoids and its Implication for Ecosystems. – *Frontiers in Environmental Science* 4: 71
- SÁNCHEZ-BAYO F. & WYCKHUYS K.A.G. 2019: Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. – *Biological Conservation* 232: 8–27
- SCHÄFFER A. et al. 2018: Der stumme Frühling – Zur Notwendigkeit eines umweltverträglichen Pflanzenschutzes. Nationale Akademie der Wissenschaften – Leopoldina, Halle (Saale)
- SCHMITZ J., HAHN M. & BRÜHL C.A. 2014: Agrochemicals in field margins – An experimental field study to assess the impacts of pesticides and fertilizers on a natural plant community. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 193: 60–69
- SCHÜTTE G. et al. 2017: Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. – *Environmental Sciences Europe* 29: 5
- SEIBOLD S. et al. 2019: Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. – *Nature* 574: 671–674
- SILVA V., MOL H.G.J., ZOMER P., TIENSTRA M., RITSEMA C.J. & GEISSEN V. 2019: Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded. – *Science of the Total Environment* 653: 1532–1545
- STEHLE S. & SCHULZ R. 2015: Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112: 5750–5755
- TEUFELBAUER N. & SEAMAN B. 2019: Farmland Bird Index für Österreich: Indikatoren-ermittlung 2015 bis 2020. – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus: 15 pp
- UBA 2016: 5-Punkte-Programm für einen nachhaltigen Pflanzenschutz. Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, Deutschland.
- VAN SWAAY C., WARREN M. & LOÏS G. 2006: Biotope use and trends of European butterflyes. – *Journal of Insect Conservation* 10: 189–209
- ZALLER J.G. 2018: Unser täglich Gift. Pestizide – die unterschätzte Gefahr. 3. Auflage, Deuticke Verlag, Wien

### **Anschrift des Verfassers**

Assoc. Prof. Dr. Johann G. Zaller, Institut für Zoologie, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel Straße 33, 1180 Wien. E-Mail: johann.zaller@boku.ac.at

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologica Austriaca](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [0027](#)

Autor(en)/Author(s): Zaller Johann G.

Artikel/Article: [Insektensterben – inwiefern sind Pestizide dafür mitverantwortlich?  
285-295](#)