



# ORNITHOLOGISCHER ANZEIGER

Zeitschrift bayerischer und baden-württembergischer Ornithologen

---

Band 59 – Heft 1

August 2020

---

*Ornithol. Anz.*, 59: 1–17

## Neonicotinoide und Vögel – Literaturreview und offene Fragen

Hans-Valentin Bastian

Neonicotinoids and birds – review and open questions

Neonicotinoids are currently one of the most widely used insecticide substance groups. The first, Imidacloprid, came to market in the 1990s and was quickly followed by five other substances. For a long time a high target-species specificity was assumed, until 2008, when serious damage to bee colonies occurred and strong toxic effects on non-target organisms were subsequently recognized. Today, the use of neonicotinoids is regulated, although 16 products are still approved and sold in Germany.

In several review articles the strong sublethal effects on non-target insects have been described, as well as the general influence of pesticides on vertebrates. The aim of this review is to specifically describe the effects of neonicotinoids on birds. A general differentiation must be made between direct effects after immediate treatment of birds, mostly in the context of toxicological studies for product approvals, and indirect effects. Indirect effects occur when birds eat poisoned seeds or insects and are thereby contaminated, or when the insect biomass is reduced by neonicotinoids to such an extent that birds and bird populations suffer food shortages.

Direct effects of neonicotinoids are summarized for several species (Tab. 2), whereby it can generally be stated that massive damage already occurs even at doses far below the LD<sub>50</sub> dosage. Neurological damage has often been described, as have impairments in reproductive biology and failures in migratory orientation. The detection of indirect impairments is more difficult, as it is rarely possible to unambiguously separate neonicotinoid influences from the many other influences that may affect birds. Correlation analyses of declines in bird populations and neonicotinoid pollution of waterbodies, for example, are sometimes doubted, although the implications of a causal relationship are serious. In granivorous birds, residue analyses have frequently shown that birds found dead had seeds in their stomachs originating from plants treated with neonicotinoids in approved concentrations (Tab. 2). All authors saw this as the cause of death in the birds.

Overall, there are indications and evidence that neonicotinoids can cause massive damage in birds, even at a very low concentration. Insectivorous birds, which are often migrants, run the risk of being contaminated with neonicotinoids along their migratory routes and in their winter quarters, since 90 % of the neonicotinoid volume sold in Germany in 2018 was exported. Unfortunately there are no studies showing to what extent insectivorous migratory birds are adversely affected in migration and orientation by indirect poisoning with neonicotinoids, which has been demonstrated in granivorous birds.

Finally, it is critically discussed that there are no restrictions on Acetamiprid, as this insecticide can be just as harmful as other neonicotinoids.

**Key words:** Insecticides, bird losses, direct and indirect impact on birds, ecotoxicology

Hans-Valentin Bastian, Geschwister-Scholl-Str. 15, 67304 Kerzenheim, Deutschland  
E-Mail: bastian-kerzenheim@t-online.de

## Einleitung

Kaum eine Stoffgruppe wird in der Landwirtschaft in so großen Mengen ausgebracht wie Pestizide (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2020a). Sie werden auf Feldern versprüht, um die angebauten Pflanzen vor Krankheit, „Unkraut“ und „Schädlingen“ zu schützen. Der Pestizideinsatz ermöglicht Anbauweisen, die ohne ihn kaum möglich wären: weiträumige Monokulturen, enge Fruchtfolgen, Anbau standortfremder Feldfrüchte. Hohe Investitionen in Pestizide ermöglichen steigende Erträge in naturfernen, monotonen Landschaften. Dabei wird der intensive Einsatz dieser Substanzen mit der „Sicherung der Welternährung“ und dem Anstieg der „sozialen Wohlfahrt in Deutschland“ gerechtfertigt (von Witzke und Noleppa 2011). Im Lichte der hochgradigen Toxizität der meisten Insektizide kann diese Argumentation kaum anders als naturverachtend bewertet werden.

Immer wieder gab es hoffnungsvolle Insektizid-Neuentwicklungen mit angeblich hoher Schädlingspezifität und geringer Wirkung auf Nicht-Zielorganismen. Das Insektizid Dichlordiphenyltrichlorethan, kurz DDT, wurde seit Anfang der 1940er Jahre als Kontakt- und Fraßgift wegen seiner vermeintlich minimalen Toxizität für Wirbeltiere sehr breit eingesetzt und erst 30 Jahre später verboten, nachdem seine hohe ökotoxikologische Wirkung vielfach beschrieben und bewiesen war. Es folgten andere Insektizide, wie Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Endrin, Heptachlor und Lindan, die alle nach einigen Jahren wegen massiver ökologischer Kollateralschäden vom Markt genommen wurden. Heute ist Glyphosat, ein Breitbandherbizid, wegen mutmaßlich kanzerogener Wirkungen in der öffentlichen Kritik sowie eine neue Substanzgruppe, die Neonicotinoide (Neonics). Neonics sind breit eingesetzte Insektizide und galten als hochspezifisch und – wiederum – kaum gefährlich für Nicht-Zielorga-

nismen (z. B. Genersch et al. 2010, Jeschke et al. 2011). Tatsächlich erweisen sie sich aber als hochgefährlich für Insekten, Vögel und Säugetiere einschließlich des Menschen (Kimura-Kuroda 2012).

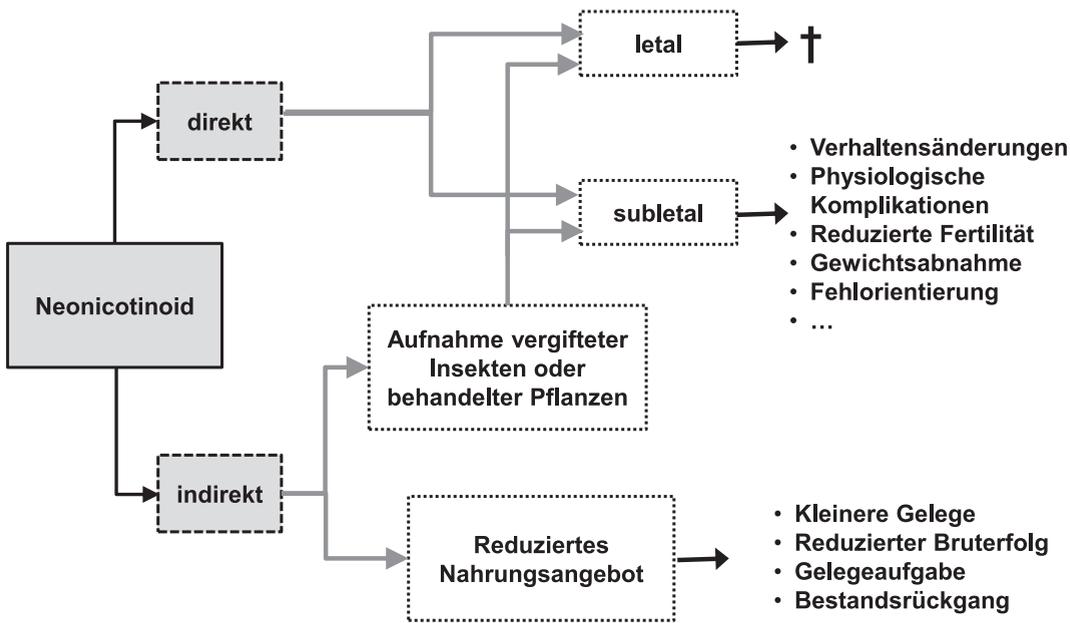
Eine jüngst publizierte Studie zum Einfluss von Neonics auf das Echolocationssystem insektivorer Fledermäuse (Wu et al. 2020) löste eine erneute Diskussion über den möglichen Einfluss von Neonics auch auf insektenfressende Vögel aus. Wu et al. (2020) fanden bei *Hipposideros armiger terasensis* heraus, dass Imidacloprid die Funktionen des Stimm-, Hör-, Orientierungs- und räumlichen Gedächtnissystems stören.

Da der Europäische Bienenfresser *Merops apiaster* Nahrungsspezialist für große Fluginsekten, überwiegend Hymenopteren, ist (Ullmann et al. 2017), von denen subletale Schädigungen durch Neonics bekannt sind, und da die Jagdhabitats der Art Agrarräume einschließen (Bastian et al. 2018), wurde hinterfragt, ob indirekte Effekte von Neonics für diese Art beschrieben sind. Die hier vorgelegte Literaturübersicht wurde schließlich auf Vögel allgemein ausgeweitet.

## Vorgehensweise und Definitionen

Die Mitglieder der Fachgruppe „Bienenfresser“ wurden im März 2020 angeschrieben und gebeten, Erkenntnisse, Unterlagen oder Publikationen zu der Thematik zur Verfügung zu stellen. Ergänzend wurde eine Literaturrecherche zu den Themen „Einfluss von Neonicotinoiden auf Nicht-Zielorganismen“, „Neonicotinoide und Insekten“, „Neonicotinoide und Vögel“ und verwandte Themen durchgeführt.

Letale und subletale Wirkungen von Pestiziden können bei direkter oder indirekter Exposition eintreten. **Direkte Wirkungen** entstehen durch die Toxizität von Pestiziden an sich, wenn Tieren Neonics direkt verabreicht oder appliziert werden und infolgedessen subletale und letale Wirkungen auftreten. **Indirekte Wirkungen** von



**Abb. 1.** Wirkgefüge der Neonicotinoide auf Vögel sowie beobachtete Beeinträchtigungen. Direkte Effekte, meist im Rahmen von Produktzulassungsverfahren, führen zum Tod der Vögel oder zu subletalen Effekten. Auch indirekte Vergiftungen mit Neonics können zu subletalen Effekten führen, wenn vergiftete Insekten oder Pflanzensamen gefressen werden und sich im Vogelkörper anreichern. Alternativ sind indirekte Effekte zu beobachten, wenn die Nahrungsgrundlage (Insekten) durch Neonic-Anwendungen beeinträchtigt wird und es zu einem Nahrungsengpass für vor allem auch juvenile Vögel kommt. – *Effects of neonicotinoids on birds and observed adverse effects. Direct effects, mostly in the context of product approval procedures, lead to death or to sublethal effects. Indirect poisoning with neonics can also lead to sublethal effects if poisoned insects or plant seeds are eaten and accumulate in the bird's body. Alternatively, indirect effects can be observed when food supply (insects) is impaired by neonic applications and food shortage occurs.*

Pestiziden wirken auf Organismen im ökologischen Nahrungsnetz, indem kontaminierte Nahrung (Pflanzen oder Insekten) von Tieren gefressen wird und sie auf diesem Weg subletal oder letal geschädigt werden oder indem Nahrungsressourcen (Insekten) so weit reduziert werden, dass es zu einer Nahrungsverknappung für Vögel kommt (Abb. 1).

### Einsatz und Zulassungen von Neonics

Neonics sind synthetisch hergestellte, hochwirksame, weit verbreitete systemische Pestizide, die sich in der gesamten Pflanze verteilen und dort insbesondere gegen ein breites Spektrum saugender und beißend-kauender Insektenarten wirken. Zu den Neonics, deren erste Substanz

1990 zugelassen wurde, gehören die Substanzen Imidacloprid, Clothianidin, Thiamethoxam, Thiacloprid, Acetamiprid, Dinotefuran und Nitenpyram, wobei in der EU keine Produkte mit Dinotefuran oder Nitenpyram zugelassen sind. Jeschke et al. (2011) unterstützten den Einsatz der Neonics wegen des vermeintlich relativ geringen Risikos für Nicht-Zielorganismen und Umwelt sowie der hohen Zielartenspezifität und forderten, dass diese Substanzen zur integrierten Schädlingsbekämpfung erhalten werden müssen.

Nach erheblichen Schädigungen von Bienenvölkern wurde dann 2013 verboten, Produkte mit Clothianidin, Imidacloprid oder Thiamethoxam auf blühende Pflanzen zu sprühen. Die Anwendung auf nicht blühenden Pflanzen bzw. nach der Blüte und die Verwendung als Beizmittel für

Futterrüben, Zuckerrüben, Kartoffeln und Gemüsesaaten blieb zunächst erlaubt. Im Jahre 2018 wurde der Einsatz von **Clothianidin**, **Imidacloprid** und **Thiamethoxam** dann wegen ihrer schädigenden Wirkung auf Insekten und die Umwelt weiter eingeschränkt. Derzeit dürfen sie nur in dauerhaften Gewächshäusern und zur Behandlung von Saatgut, das zur Saat im Gewächshaus vorgesehen ist, verwendet werden (Strotmann 2018). Doch trotz aller Einschränkungen lag der Absatz von Neonics im Jahre 2018 bundesweit noch bei 213 t Wirkstoffmenge (!), überwiegend Clothianidin und Thiacloprid. Zeitgleich wurden weitere 1.913 t Wirkstoffmenge exportiert, meistens Imidacloprid (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2020a). Dies ist für diese hochwirksamen Substanzen („So reicht ein Teelöffel mit 5 g Imidacloprid, um 1,25 Milliarden Bienen zu töten“; Umweltinstitut München o. J.) eine gigantische Menge. Zur Bekämpfung von Schaben oder Ameisen sind Imidacloprid-Gele auch heute zur Anwendung im Haus- und Kleingartenbereich zugelassen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2020b).

Im Januar 2020 wurde beschlossen, die Zulassung für **Thiacloprid** für den europäischen Markt zu beenden, die Aufbrauchfrist thiaclopridhaltiger Insektizide endet am 21. Februar 2021. **Acetamiprid** ist bisher von Verboten ausgenommen, wengleich die Substanz nur wenig weniger gefährlich ist als beispielsweise Imidacloprid (LANUV 2015). Acetamiprid wird in Bau- und Heimwerkermärkten sowie in Online-Shops zur Bekämpfung einer Vielzahl von Schädlingen im Haus- und Kleingartenbereich beworben.

Auch wenn der Einsatz von Neonic-Substanzen inzwischen stark eingeschränkt ist, so sind dennoch 16 Produkte in Deutschland zugelassen, meist für den Einsatz in Haus und Kleingarten, je zwei Produkte mit Imidacloprid und Thiacloprid sowie zwölf mit Acetamiprid (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2020b, o. J.; Tab. 1).

### Gefahren für Insekten

Im Frühjahr 2008 wurden am Oberrhein und in Südbayern bei mehr als 11.500 Honigbienen-Völkern (*Apis mellifera*) Vergiftungen registriert. Grund war der Abrieb von Pestiziden von Mais-samen, die während der Aussaat mit Clothianidin

behandelt wurden (Pistorius et al. 2009). Als Reaktion darauf wurde die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) beauftragt, Risikobewertungen für die Verwendung von Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam vorzunehmen. Diese ergaben, dass die Verwendung der untersuchten Neonics bei blühenden Pflanzen ein hohes Risiko für Bienen darstellt (European Food Safety Authority 2013a, b, c). Auf Grundlage dieser Erkenntnisse erließ die EU im Mai 2013 ein Teilverbot dieser Substanzen (European Union 2013).

Der Einfluss der Neonics auf Insekten wurde daraufhin intensiv hinsichtlich der letalen und subletalen Wirkung auf Honigbienen, Wildbienen und andere Non-Target Insektenarten untersucht (Zusammenfassungen z. B. Heuvel 2008, Tennekes 2010, Tennekes et al. 2011, Goulsen 2013, van der Sluijs et al. 2013, Menzel 2014, Alkassab und Kirchner 2017, Pisa et al. 2017, Wood und Goulsen 2017).

In Pflanzen wirken Neonics in Wurzeln, Blättern, Blüten sowie im Pollen und Nektar und im Wasser, das Pflanzen über ihre Blätter abgeben. Tiere, die Teile der behandelten Pflanze fressen, deren Nektar trinken oder Pollen sammeln, kommen mit dem Gift in Kontakt. Und dies betrifft nicht nur Schädlinge, sondern auch Honigbienen, Wildbienen, Hummeln, Schmetterlinge und viele andere Arten (Umweltinstitut München e.V. o. J.). Die erwartete hohe Selektivität auf Zielorganismen (z. B. Jeschke et al. 2011) wird nicht erreicht.

Imidacloprid ist bereits mit 18 ng Wirksubstanz pro Biene für die Hälfte der Tiere tödlich (LC<sub>50</sub>). Dies entspricht der Konzentration von etwa 1 g Wirksubstanz in 100 t Wasser. Subletale Dosen sind sehr viel niedriger und liegen bei 1 ng pro Biene (Menzel 2014). Neonics schädigen bei der Honigbiene und bei Hummeln im subletalen Bereich das Zentralnervensystem und beeinträchtigen den Fütterungserfolg, die Brut- und Larvenentwicklung, Gedächtnisleistungen und Lernprozesse (van der Sluijs et al. 2013, Menzel 2014). Bei Schmetterlingen verringern sich Überlebensraten, Fütterungen werden unterbrochen und das Eiablageverhalten verändert sich (Pisa et al. 2017).

### Gefahren für Vögel

Einige umfangreiche Zusammenfassungen über den Einfluss von Pestiziden im Allgemeinen auf Vögel liegen bereits vor (z. B. Campbell und Cooke 1997, Boatman et al. 2004, Bright et al. 2008, Jahn et al. 2014). Britische Forscher konnten

**Tab. 1.** Liste der in Deutschland zugelassenen Neonicotinoid-Produkte (Stand: Anfang April 2020) sowie die Bereiche, für die die Anwendung der Produkte zugelassen sind (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2020b, o. J.). – *List of neonicotinoid products approved in Germany (as of early April 2020) and areas of application for which the products are approved.*

Substanz	Produkte (Zulassungszeitraum)	Zulassung für					Haus- und Klein- garten- bereich
		Acker- bau	Ge- müse- bau	Obst- bau	Wein- bau	Zier- pflan- zenbau	
Acetamiprid	Danjiri (03.02.14–28.02.21)	X	X	X	X	X	
Acetamiprid	Klick&GO Schädlingfrei Careo Konzentrat (08.08.07–28.02.21)	X	X			X	X
Acetamiprid	Mospilan Schädlingfrei Granulat (08.08.07–28.02.21)					X	X
Acetamiprid	Mospilan SG (08.05.06–28.02.21)	X	X	X	X	X	
Acetamiprid	Mospilan Tandem-Stäbchen (24.07.07–28.02.21)					X	X
Acetamiprid	Schädlingfrei Careo (05.12.06–28.02.21)					X	X
Acetamiprid	Schädlingfrei Careo Combi-Granulat (24.10.05–28.02.21)					X	X
Acetamiprid	Schädlingfrei Careo Combi-Stäbchen (24.10.05–28.02.21)					X	X
Acetamiprid	Schädlingfrei Careo Konzentrat (27.10.05–28.02.21)	X	X			X	X
Acetamiprid	Schädlingfrei Careo Rosenspray (05.12.06–29.02.20)					X	X
Acetamiprid	Schädlingfrei Careo Spray (05.12.06–31.03.21)					X	X
Imidacloprid	Confidor WG 70 (23.02.06–31.07.20)		X			X	
Imidacloprid	Warrant 700 WG (23.04.12–31.12.22)					X	
Thiacloprid	Biscaya (26.10.06–30.04.21)	X					
Thiacloprid	Calypso (15.11.05–30.4.20)		X	X		X	
Thiamethoxam	Cruiser 70 WS Aufbrauchfrist bis 30.10.20		X				

z. B. nachweisen, dass ein durch Pestizide vermindertes Insektenangebot Ursache war für eine reduzierte Überlebensrate von Jungvögeln bei Rebhühnern *Perdix perdix*, Grau- und Goldammer *Emberiza calandra*, *E. citrinella*. Bei Bluthänfling *Linaria cannabina* und Turteltaube *Streptopelia turtur* gibt es Hinweise auf ähnliche Effekte (Boatman et al. 2004). Jahn et al. (2014) untersuchten 27 Vogelarten der Agrarlandschaft und bestätigten für vier Arten (Rebhuhn, Graummer, Goldammer und Feldlerche *Alauda arvensis* indirekte Wirkungen von Pestiziden. Die Autoren vermuten jedoch, dass zahlreiche weitere Arten betroffen sind.

Speziell durch Neonics verursachte Beeinträchtigungen bei Vögeln sind seltener beschrieben. Im Rahmen der Produktzulassung wird die **direkte Wirkung** hinsichtlich Toxizität, Letalität, Kanzerogenität und Teratogenität an Wirbeltieren regelmäßig untersucht. Jedoch bemängeln Mineau und Palmer (2013), dass die amerikanische Umweltschutzbehörde EPA die Toxizität von Neonics für Vögel um das 1,5- bis 10-fache unterschätzt. Bro et al. (2010) fassen in ihrem Review überwiegend amerikanischer Studien zusammen, dass bei sachgemäßer Anwendung Neonics Vögel bereits bei einem Bruchteil der LD<sub>50</sub>-Dosis anhaltend schwächen und partiell lähmen können.

Bei Japanwachteln *Coturnix japonica* traten Beeinträchtigungen der Hodenfunktion und bei Nachkommen behandelter Tiere eine verzögerte Embryonalentwicklung auf (Tokumoto et al. 2013), wenn sie mit Clothianidin in einer Konzentration behandelt wurden, die 1/10 der Konzentration darstellte, die bei der Virginowachtel *Colinus virginianus* die Eischalendicke verringerte (US EPA 2003). Auch beim Haushuhn *Gallus gallus var. domestica*, der Stockente *Anas platyrhynchos*, Ohrflecktaube *Zenaidura macroura*, dem Rothuhn *Alectoris rufa*, Haussperling *Passer domesticus* und Zebrafink *Taeniopygia guttata* wurden erhebliche toxische Schädigungen bei Neonic-Konzentrationen weit unterhalb der LD<sub>50</sub>-Konzentration festgestellt (Tab. 2).

Den Einfluss von Neonics in subletaler Konzentration auf physiologische Prozesse untersuchte ein kanadisches Team an der Dachsammer *Zonotrichia leucophrys*. Die Vögel wurden auf dem Frühjahrszug gefangen und in kontrollierter Laborumgebung mit Imidacloprid behandelt. Die Neonic-Dosierung entsprach derjenigen, die Vögel im Freiland aufnehmen, wenn sie einige vorschriftsmäßig behandelte Pflanzensamen fressen.

Anschließend wurden die Vögel weiter untersucht, besondert, freigelassen und ihr Verhalten im Freiland radiotelemetrisch verfolgt. Es konnte belegt werden, dass subletale Imidacloprid-Konzentrationen Einfluss haben auf Körpergewicht, Zugaktivitäten und Orientierung (Eng et al. 2017, 2019). Mit Imidacloprid behandelte Vögel wiesen einen signifikanten Rückgang ihres Depotfetts und der Körpermasse auf. Zudem konnten sich die Vögel bereits bei niedriger Imidacloprid-Dosierung (10 % der LD<sub>50</sub>-Konzentration) nicht mehr richtig orientieren. Diese Beeinträchtigungen waren zwar reversibel, hielten aber bis zu zwei Wochen an.

Wenn zu einem Neonic gleichzeitig auch andere Pestizide eingesetzt werden, so können Schäden bereits bei Konzentrationen auftreten, die niedriger sind als realistische Dosierungen der einzelnen Pestizide. Tigerfinken *Amandava amandava* zeigten bei gleichzeitiger Gabe von Imidacloprid und dem Fungizid Dithiocarbamat über einen Zeitraum von 30 Tagen bei 0,25 % der LD<sub>50</sub> beider Substanzen zelluläre und physiologische Störungen der Schilddrüse und der Hypophysen-Schilddrüsen-Achse sowie ein verändertes Schilddrüsen-gewicht und -volumen. In Anbetracht der Funktion von Schilddrüsen-Hormonen könnten Pestizide selbst in sehr niedriger Dosis die Fortpflanzungsbiologie dieser Art negativ beeinflussen (Pandey und Mohanty 2017).

Beweise **indirekter Einflüsse** von Neonics sind deutlich schwieriger nachzuweisen und publizierte Ergebnisse oft angreifbar. So ist es schwierig, die Auswirkungen eines während der Brutzeit durch Neonics verursachten Nahrungsgengpasses für Vögel abzugrenzen gegenüber anderen Risiken wie Lebensraumverlust, verringerte Nahrungsressourcen während des Zuges und im Winter oder auch direkte Verluste durch Vergiftung oder allgemeine Beeinträchtigungen durch Mahd oder andere intensive Landnutzungsformen (Mineau und Palmer 2013). Jede Art reagiert unterschiedlich auf Stressoren, und es ist wahrscheinlich, dass viele der Bestandsrückgänge mehrere Ursachen haben. Dennoch wäre es fahrlässig anzunehmen, dass dramatische Verluste an der Insektenbiomasse keine Auswirkungen auf Ökosysteme und auf Arten haben, die von einem hohen Insektenangebot im Frühjahr und Sommer abhängen. Van der Sluijs et al. (2015) bemängeln, dass toxikologische Studien sich überwiegend auf direkte, akute Tests konzentrieren, während Auswirkungen lang-

fristig-chronischer Intoxikationen durch Neonics weniger bekannt sind, obwohl sie für alle Organismen in der landwirtschaftlichen und aquatischen Umwelt hochrelevant sind.

Bei der Bewertung möglicher Auswirkungen von Neonics auf Vögel und Vogelpopulationen müssen grundsätzlich zwei Szenarien bedacht werden:

- 1) **Granivore Vogelarten** nehmen durch Neonics belastetes Pflanzenmaterial, **insektivore Vögel** kontaminierte Insekten auf.

Neonics können sich dabei im Vogelkörper anreichern, was zu stoffwechselphysiologischen und neurologischen Beeinträchtigungen oder zum Tode der Vögel führen kann.

- 2) Neonics reduzieren das Insektenangebot so weit, dass die Nahrungsgrundlage für **alle Arten**, die zumindest zeitweise im Jahr auf Insektennahrung angewiesen sind, eingeschränkt ist. Dies kann zu Brutverlusten oder verminderter Reproduktion führen und somit Populationen beeinflussen.

**Tab. 2.** Zusammenfassung von Studienergebnissen aus zugänglichen Publikationen zu Untersuchungen über direkte und indirekte Wirkungen von Neonicotinoiden auf Vögel. Im Rahmen von Produktzulassungen werden weitere Ergebnisse über direkte Wirkungen vorliegen, deren Ergebnisse oft nicht publiziert und damit unzugänglich sind. Die Reihenfolge der Arten folgt der IOC World Bird List. Ace = Acetamiprid, Clo = Clothianidin, Imi = Imidacloprid, Tmet = Thiamethoxam. – *Summary of available publications on studies of direct and indirect effects of neonicotinoids on birds. In the context of product approvals further results of direct effects will be available but they are often not published and are therefore inaccessible. The order of the species follows the IOC World Bird List.*

**Direkte Wirkungen von Neonicotinoiden auf Vögel**

Art	Ace	Clo	Imi	Tmet	Studienergebnis	Quelle
Virginiawachtel <i>Colinus virginianus</i>		X			bei 1/10 der LD <sub>50</sub> traten Verringerungen der Eischalendicke auf	US EPA 2003
Virginiawachtel <i>Colinus virginianus</i>			X		schwere Symptome der Entkräftigung bei ca. 50 % der LD <sub>50</sub>	Mineau und Palmer 2013
Rothuhn <i>Alectoris rufa</i>			X		bei niedriger Dosis subletale Effekte wie Veränderungen biochemischer Parameter, oxidativer Stress, erhöhte die Aktivität der Blut-superoxid-Dismutase, Veränderungen der Carotinoid-basierten Hautfärbung, verringerte Gelegegröße, reduzierte Befruchtungsrate, verzögertes Legedatum sowie verminderte Immunantwort und Überlebensrate von Jungvögeln behandelter Elterntiere; darüber hinaus kam es zur Akkumulation des Neonics	Lopez-Antia et al. 2013, 2015
Japanwachtel <i>Coturnix japonica</i>		X			dosisabhängige Beeinträchtigung der Embryonalentwicklung mit Hodenanomalien; Verringerung der Länge des Embryos, wenn Männchen mit unbehandelten Weibchen verpaart werden; bei Männchen häufigere DNA-Brüche	Tokumoto et al. 2013

---

**Direkte Wirkungen von Neonicotinoiden auf Vögel**


---

Art	Ace	Clo	Imi	Tmet	Studienergebnis	Quelle
Amerik. Leghorn Huhn <i>Gallus gallus var. domesticus</i>			X		Leukozytenzahl reduziert bei 1/20 der LD <sub>50</sub> sowie dosisabhängige Hypoglykämie und Anstieg des ASAT(SGOT)-Wertes	Balani et al. 2011
Stockente <i>Anas platyrhynchos</i>	X				schwere Symptome ab 50 % der LD <sub>50</sub> , wie Verlust der Bewegungskoordination, Verhaltensstörungen sowie Einflüsse auf Fortpflanzungsbiologie	Johnson 1994, Mineau und Palmer 2013
Stockente <i>Anas platyrhynchos</i>			X		schwere Symptome und Todesfälle bei 1/10 der LD <sub>50</sub>	Mineau und Palmer 2013
Ohrflecktaube <i>Zenaidura macroura</i>			X		deutliche Symptome wie gestäubtes Gefieder, halbgeöffnete Augen und Schnabel, verminderte Fluchtreaktion und Tod bei 25 %–60 % der LD <sub>50</sub>	Addy-Orduna et al. 2019
Ohrflecktaube <i>Zenaidura macroura</i>		X			starke toxische Symptome wie bewegungsloses Liegen, keine Fluchtreaktionen, Spastiken und Tod bei einer Konzentration von 25 %–50 % der LD <sub>50</sub>	Addy-Orduna et al. 2019
Ohrflecktaube <i>Zenaidura macroura</i>			X		starke toxische Symptome wie bewegungsloses Liegen, keine Fluchtreaktionen, Spastiken und Tod bei einer Konzentration von 25 %–50 % der LD <sub>50</sub>	Addy-Orduna et al. 2019
Hausperling <i>Passer domesticus</i>			X		bei 20 % der LD <sub>50</sub> Koordinationsstörungen, mangelnde Reaktionsfähigkeit und Flugunfähigkeit; bei 0,5 % der LD <sub>50</sub> bereits Reduktion der Spermiedichte	Cox 2011, Humann-Guillemint et al. 2019
Tigerfink <i>Amandava amandava</i>			X		zusammen mit Dithiocarbamat verursachen Dosierungen von 0,25 % der LD <sub>50</sub> beider Substanzen zelluläre und physiologische Störungen der Schilddrüse und der Hypophysen-Schilddrüsen-Achse und damit der Fortpflanzungsbiologie	Pandey und Mohanty 2017
Zebrafink <i>Taeniopygia guttata</i>	X				klinische Symptome ab 30 %, schwere Symptome ab 50 % der LD <sub>50</sub>	Mineau und Palmer 2013
Dachsammer <i>Zonotrichia leucophrys</i>			X		signifikanter Rückgang von Körpermasse und Depotfett, signifikant längere Rastdauer, Zugorientierung zwei Wochen lang gestört nach dreitägiger Behandlung in einer Dosierung von 10 %, resp. 25 % der LD <sub>50</sub> ; dosisabhängige Wirkungen schon ab der niedrigsten Konzentration	Eng et al. 2017, 2019

---

---

**Indirekte Wirkungen von Neonicotinoiden auf Vögel**


---

Art					Studienergebnis	Quelle
	Ace	Clo	Imi	Tmet		
Kapfrankolin <i>Pternistis capensis</i>			X		massenspektrometrische Untersuchung tot gefundener Vögel ergab eine Imidacloprid-Konzentration von 16–29 g/kg Körpergewicht in der Leber und >7000 g/kg im Kropf; die Autoren vermuten, dass die mit Imidacloprid behandelte Nahrung für die Tiere tödlich war	Botha et al. 2018
Rebhuhn <i>Perdix perdix</i>			X		bei 45 toxikologisch analysierten Kadavern wurden in 38 Fällen eine tödliche Dosis des Wirkstoffs in Geweben und/oder Organen gefunden	Bro et al. 2010
Rebhuhn <i>Perdix perdix</i>			X		nach Rückstandsanalytik von 95 tot aufgefundenen Tieren wurde eine Imidacloprid-Vergiftung für die meisten Tiere als mindestens wahrscheinliche Todesursache angenommen	Millot et al. 2017
Tauben <i>Columba sp.</i>			X		nach Rückstandsanalytik von 540 tot aufgefundenen Tieren wurde eine Imidacloprid-Vergiftung in ca. 70 % der Fälle als mindestens wahrscheinliche Todesursache angenommen	Millot et al. 2017
Ringeltaube <i>Columba palumbus</i>			X		nach Rückstandsanalytik von 48 tot aufgefundenen Tieren, wurde eine Imidacloprid-Vergiftung in ca. 70 % der Fälle als mindestens wahrscheinliche Todesursache angenommen	Millot et al. 2017
Hohltaube <i>Columba oenas</i>			X		nach Rückstandsanalytik von 4 tot aufgefundenen Tieren wurde eine Imidacloprid-Vergiftung als mindestens wahrscheinliche Todesursache angenommen	Millot et al. 2017
Türkentaube <i>Streptopelia decaocto</i>			X		nach Rückstandsanalytik von 20 tot aufgefundenen Tieren wurde eine Imidacloprid-Vergiftung für die meisten Tiere als mindestens wahrscheinliche Todesursache angenommen	Millot et al. 2017
Kranich <i>Grus grus</i>			X		nach Rückstandsanalytik von 2 tot aufgefundenen Tieren wurde eine Imidacloprid-Vergiftung als mindestens wahrscheinliche Todesursache angenommen	Millot et al. 2017
Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>			X		hochsignifikant negative Korrelation ( $p < 0,001$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Rauchschwalbe <i>Hirundo rustica</i>			X		hochsignifikant negative Korrelation ( $p < 0,001$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>			X		keine signifikante Korrelation ( $p = n.s.$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014

---

**Indirekte Wirkungen von Neonicotinoiden auf Vögel**


---

Art					Studienergebnis	Quelle
	Ace	Clo	Imi	Tmet		
Schilrohrsänger <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>			X		Keine signifikante Korrelation ( $p = \text{n.s.}$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Teichrohrsänger <i>Acrocephalus scirpaceus</i>			X		signifikant negative Korrelation ( $p < 0,01$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Sumpfrohrsänger <i>Acrocephalus palustris</i>			X		keine signifikante Korrelation ( $p = \text{n.s.}$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Gelbspötter <i>Hippolais icterina</i>			X		signifikant negative Korrelation ( $p < 0,01$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Dorngrasmücke <i>Sylvia communis</i>			X		signifikant negative Korrelation ( $p < 0,01$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Star <i>Sturnus vulgaris</i>			X		signifikant negative Korrelation ( $p < 0,01$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Misteldrossel <i>Turdus viscivorus</i>			X		signifikant negative Korrelation ( $p < 0,01$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Schwarzkehlchen <i>Saxicola rubicola</i>			X		keine signifikante Korrelation ( $p = \text{n.s.}$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Feldsperling <i>Passer montanus</i>			X		keine signifikante Korrelation ( $p = \text{n.s.}$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Schafstelze <i>Motacilla flava</i>			X		hochsignifikant negative Korrelation ( $p < 0,001$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>			X		keine signifikante Korrelation ( $p = \text{n.s.}$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014
Goldzeisig <i>Spinus tristis</i>			X		durch Rückstandsanalytik wurden bei tot aufgefundenen Tiere tödliche Mengen der Substanz im Kropf/Magen ( $4,8 \pm 1,3$ ppm) und Lebergewebe ( $3,9 \pm 0,6$ ppm) gefunden	Rogers et al. 2019
Goldammer <i>Emberiza citrinella</i>			X		signifikant negative Korrelation ( $p < 0,01$ ) zwischen der Neonic-Konzentration im Oberflächenwasser und der langfristigen Bestandsentwicklung	Hallmann et al. 2014

---

Millot et al. (2017) untersuchten Einflüsse von Imidacloprid auf Rebhuhn, Ringel-, Haus- und Hohltaube *Columba palumbus*, *C. livia*, *C. oenas* mittels toxikologischer Rückstandsanalytik bei 734 tot aufgefundenen Vögeln. In 70 % der Fälle war die Todesursache zumindest „wahrscheinlich“ eine Imidacloprid-Intoxikation durch aufgenommenes Saatgut. Auch beim südafrikanischen Kapfrankolin *Pternistis capensis* konnte durch Massenspektrometrie bei tot aufgefundenen Tieren die Beteiligung von Imidacloprid nachgewiesen werden (Botha et al. 2018).

In Kalifornien wurden unter Straßenbäumen, die in vorschriftmäßiger Dosierung mit Imidacloprid behandelten wurden, verendete Goldzeisige *Spinus tristis* gefunden und anschließend untersucht. Die Vögel hatten Samen der Bäume gefressen und waren an dem Neonic gestorben (Rogers et al. 2019).

Auch Rothühner *Alectoris rufa* zeigten in Fütterungsversuchen von mit Imidacloprid vorschriftsmäßig behandeltem Getreidesaatgut einen leicht erhöhten, aber nicht signifikanten Anstieg der Mortalität, jedoch signifikante subletale Effekte, wie z. B. reduzierte Gesamtfitness, reduzierte Haematokrit- und Albuminwerte, veränderte biochemische Blutparameter, oxidativen Stress und reduzierte Karotinoidfärbung sowie einen signifikanten Rückgang der Gelegegröße, eine Verzögerung des Eiablagedatums sowie reduzierte Immunreaktionen und Überlebensraten bei Küken, deren Eltern zuvor kontaminiertes Saatgut fraßen (Lopez-Antia et al. 2013, 2015).

Bei mit Imidacloprid behandeltem Mais kann ein einzelnes Korn ausreichen, um Vögel, die halb so schwer wie eine Amsel *Turdus merula* sind, zu töten (Mineau und Palmer 2013).

Clothianidin und Thiamethoxam sind weniger toxisch, aber auch bei mit diesen Neonics behandeltem Mais reichen einige Körner aus für starke indirekte Beeinträchtigungen und Todesfälle. Zu berücksichtigen ist hier jedoch, dass die EPA etwa siebenmal höhere Grenzwerte für Neonics festgelegt hat als die EU, so dass eine in den USA vorschriftsmäßige Behandlung von Saatgut in Europa in der Konzentration nicht erlaubt wäre. In den USA wurde der Einfluss mehrerer landwirtschaftlich relevanter Faktoren (Intensität der Landbewirtschaftung, Bewirtschaftungsform, Fruchtfolge, Pestizideinsatz) auf Feldvogelbestände statistisch untersucht (Mineau und White-side 2013). Der Insektizideinsatz auf Äckern war danach Hauptursache für den massiven Rück-

gang der Vogelbestände, erst danach rangierten der Verlust von bewirtschaftetem Weideland, der Verlust von Dauergrünland, die Intensivierung der Landwirtschaft oder der Herbizideinsatz.

Zusammenhänge zwischen dem Neonic-Einsatz und Bestandsrückgängen bei Vögeln wurde in den Niederlanden in einer Korrelationsanalyse zweier standardisierter, langfristiger Monitoring-Programme durchgeführt, dem niederländischen Brutvogelmonitoring sowie regelmäßigen, landesweiten Messungen der Oberflächenwasserqualität (Hallmann et al. 2014). Es wurden 15 Singvogelarten ausgewählt, die in landwirtschaftlichen Gebieten leben und während der Brutzeit auf wirbellose Tiere angewiesen sind. Von denen zeigten 14 Arten eine negative Abhängigkeit mit der Imidacloprid-Konzentration im Oberflächenwasser. Für neun Arten war dieser Trend signifikant (Teichrohrsänger *Acrocephalus scirpaceus*, Feldlerche, Goldammer, Gelbspötter *Hippolais icterina*, Rauchschnalbe *Hirundo rustica*, Schafstelze *Motacilla flava*, Star *Sturnus vulgaris*, Dorngrasmücke *Sylvia communis*, Misteldrossel *Turdus viscivorus*). Dass bereits zuvor rückläufige Vogelbestände die Korrelation mit Neonic-Rückständen überlagere und zu Fehlschlüssen führe, schlossen die Autoren aus, wie auch Einflüsse durch veränderte Landnutzungen. Die Ergebnisse dieser Studie stimmen überein mit Ergebnissen einer Metaanalyse des Gefahrenpotenzials von Neonics auf Nicht-Zielorganismen (Tennekes et al. 2011, Mineau und Palmer 2013, Gibbons et al. 2015, van der Sluijs et al. 2015), können jedoch direkte tödliche oder subletale Auswirkungen einer Imidacloprid-Intoxikation nicht völlig ausschließen (Millot et al. 2017).

Für insektivore Vogelarten stehen experimentelle und auch juristisch belastbare Studien analog denen an granivoren Rothühnern oder Dachschammern (Lopez-Antia 2013, 2015, Eng et al. 2017, 2019) bisher aus. Jedoch ist es kaum anzuzweifeln, dass sich der Einsatz von Neonics auch indirekt über den Weg eines reduzierten Nahrungsangebotes negativ auf Vogelbestände auswirkt, wie es Hallmann et al. (2014) beschreiben, und die zeitliche Koinzidenz des Aufkommens der Neonics ab Anfang der 1990er Jahre mit den drastischen Verlusten von Insektenbiomasse und Anzahl der Brutvögel nahelegt (Hallmann et al. 2017, Gerlach et al. 2019).

Es muss davon ausgegangen werden, dass die Wirkstoffe in kontaminierten Insekten sich im Körper von Insektenfressern anreichern und kri-

tische Konzentrationen erreichen können, ähnlich der Aufnahme belasteten Saatgutes von granivoren Vögeln. Hier sind besonders die Vogelarten gefährdet, die Insekten jagen, die als Zielorganismen für Neonics gelten oder als belastete Nicht-Zielorganismen vielfach beschrieben sind, also Blattläuse, Käfer, Schildläuse, aber genauso Hymenopteren und Lepidopteren. Zudem müssen wir auch durch Neonics-Winddrift betroffene Fluginsekten, wie z. B. Dipteren, in Betracht ziehen. Damit sind potenzielle Gefährdungskandidaten insektivorer Vögel leicht an Hand ihrer Nahrungs- und Habitatpräferenzen sowie ihres Jagdverhaltens zu identifizieren. So sollten wir unser Augenmerk unter anderem auf Schwalben, Segler, Bienenfresser, Schmärtzer, Laubsänger, Grasmücken, Spötter, Meisen, aber auch Steinkauz oder Neuntöter lenken.

Ob, wie eingangs hinterfragt, Spinte (*Merops sp.*) durch Neonics besonders gefährdet sind, ist nicht bekannt. Es liegt nur ein Hinweis auf Schädigungen durch Fibrinil vor, einem Phenylpyrazol-Insektizid, aber kein Neonicotinoid. Die lokalen Bestände des Madakaskarspintes *Merops superciliosus* nahmen nach Besprühung von Testfeldern mit diesem Insektizid dauerhaft ab (Tingle et al. 2003).

### Offene Fragen und Konsequenzen

Es existieren Langzeitdatensätze, die jüngste Bestandsrückgänge bei Insekten und Vögeln in Europa und Nordamerika nachweisen und eine Korrelation mit der Verwendung von Neonics zumindest wahrscheinlich machen (Mineau und Palmer 2013, Hallmann et al. 2014). Auch wenn diese Studien für sich genommen aufschlussreich sind, müssen Auswirkungen der allgemeinen landwirtschaftlichen Intensivierung im Vergleich zu Auswirkungen von Neonics getrennt analysiert werden. Es ist schwierig, die relative Bedeutung des Insektenangebotes während der Brutzeit im Vergleich zu anderen Risiken wie Lebensraumverlust, Nahrungsangebot während der Zugzeit und im Winterquartier, direkte Verluste durch Vergiftung oder Störungen wie Mähen oder Bodenbearbeitung zu bewerten. Dabei ist zu bedenken, dass indirekte Auswirkungen von Pestiziden für die Produktzulassung nicht berücksichtigt werden, die aber erhebliche negative Auswirkungen auf Vögel und Vogelpopulationen haben können.

Auch wenn die Richtlinien zur Anwendung von Neonics in der Europäischen Union restriktiv

sind, als beispielsweise in den USA, so zeigen die vorliegenden Untersuchungen dennoch das große Gefahrenpotenzial selbst in der bei uns vorgeschriebenen Dosierung auf Wildbienen, Hummeln, Schmetterlinge, Vögel und Fledermäuse. Und natürlich sind nicht nur die untersuchten Tiergruppen gefährdet. Wenn ca. 95 % der ausgebrachten Substanzmenge in den Boden gelangen (Goulsen 2014), so werden Bodenorganismen kontaminiert, die dann wiederum Vögel belasten, die im Boden stochernd nach Nahrung suchen.

Es kann durchaus hinterfragt werden, ob Amseln, die dem Usutu-Virus, oder Grünfinken (*Carduelis chloris*) einer *Trichomonas-gallinae*-Infektion erliegen, immer durch diese Infektionen sterben, oder ob subletale Vergiftungen mit Neonics die Immunreaktion der Vögel so weit reduzieren, dass sie generell krankheitsanfälliger werden. Beeinträchtigungen des Immunsystems durch Neonic-Intoxikationen sind bei Fischen, Säugetieren und Vögeln nachgewiesen oder werden zumindest vermutet (Sánchez-Bayo und Goka 2005, Mondal et al. 2009, Lopez-Antia et al. 2013, Mason et al. 2013).

Weiterhin ist nicht untersucht, inwieweit insektivore Vögel durch Neonics in ihrem Zugverhalten geschädigt werden. Da Untersuchungen an der Dachsammer und an Fledermäusen belegen konnten, dass die Orientierungsleistung der Tiere beeinträchtigt wird (Eng et al. 2017, 2019, Wu et al. 2020), muss bei insektivoren Vögeln, die zu einem Großteil Zugvögel sind, auch mit Desorientierungen und Zugverzögerungen als Folge einer subletalen Neonic-Intoxikation gerechnet werden.

Die Vermutung, dass mit Einschränkung und Teilverbot der Neonics diese Substanzen aus unserer Natur verschwinden, war ein Fehlschluss, denn auch derzeit sind noch 16 Neonic-Produkte im deutschen Fachhandel vorhanden. Der Einsatz von Imidacloprid und Thiacloprid ist weiterhin in Deutschland erlaubt, wenngleich überwiegend, aber nicht ausschließlich im Zierpflanzenbau (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2020b, Tab. 1). Darüber hinaus sind weitere elf Acetamiprid-Produkte in Deutschland verfügbar, die alle für den Einsatz im Zierpflanzenbau zugelassen sind, einige auch im Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinanbau oder im Haus- und Kleingartenbereich.

Die EFSA (2013) schlussfolgert auf Basis der Arbeit von Kimura-Kuroda et al. (2012), dass Acetamiprid und Imidacloprid in gleicher Weise

die neuronale Entwicklung und neuronale Funktionen beeinträchtigen können. Acetamidrid zeigt im Vergleich zu Imidacloprid eine ähnliche Persistenz in Pflanzen sowie ähnliche Toxizitäten gegenüber Wasserinsekten, Bienen, Vögeln und Regenwürmern (Gupta und Gajbhiye 2007, LANUV 2015, Al-Rajab et al. 2016, EXTNET 2020). Auf Basis der chemischen und umwelttoxikologischen Kennzahlen ist davon auszugehen, dass auch Acetamidrid Nicht-Zielorganismen und unser Ökosystem erheblich beeinträchtigt. Vor diesem Hintergrund ist es unverständlich, dass Acetamidrid von Zulassungseinschränkungen und Anwendungsverböten ausgenommen ist. Dass überhaupt Neonics noch zugelassen sind, verwundert, da der Wissenschaftliche Beirat zum Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutz beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft feststellte, dass der Einsatz von Pestiziden von 18 untersuchten Faktoren derjenige ist, der die meisten negativen Wirkungen auf die Biodiversität hat (Niggli et al. 2019).

Die Fachgruppe „Vögel der Agrarlandschaften“ der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft (2019) bemerkt zudem zu Recht, dass die fehlende Berücksichtigung der kumulativen Wirkung von Pestizidausbringungen auf Landschaftsniveau für Vögel kritisch ist und dass nicht geprüft wird, wie kontaminierte Nahrung auf Jungvögel wirkt (Fachgruppe „Vögel der Agrarlandschaft“ 2019). Zudem müssen nun neue Wirkstoffe, wie Sulfoxaflor und Flupyradifuron, in den Fokus genommen werden, da diese den gleichen Wirkmechanismus und ähnliche Wirkungen haben wie Neonics (z. B. Siviter et al. 2018).

Es ist zu fordern, dass alle Neonics aus dem Handel genommen werden, vor allem aus der Hand privater Anwender. Darüber hinaus ist es kritisch, dass in Deutschland produzierte Neonics zu etwa 90 % exportiert werden (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2020a). Es muss angestrebt werden, dass auch der Export von Neonics unterbunden wird, weil sonst Vögel auf dem Zug und im Winterquartier mit Neonics in Kontakt kommen, weil die Anwendung bei uns zwar verboten, der Verkauf in nicht EU-Länder aber erlaubt ist.

## Zusammenfassung

Informationen zur Wirkung von Neonics auf Vögel sind spärlich. Meist betreffen sie Ergebnisse nach direkter Applikation der Insektizide, selten

sind indirekte Wirkungen untersucht. Der Grund dafür liegt in den rechtlichen Vorgaben zur Produktzulassung und in der Komplexität der Analyse indirekter Wirkungen auf Vögel. So verlangt die Zulassung eines Pestizids zwar toxikologische Untersuchungen an Nicht-Zielorganismen, nicht aber Untersuchungen zur indirekten Wirkung. Diese bilden aber die tatsächliche ökosystemrelevante Bedeutung der systemisch wirkenden Neonics realistischer ab.

Es sind erhebliche Schädigungen von Vögeln durch vier Neonics in subletaler Konzentration beschrieben, Untersuchungen indirekter Wirkungen wurden bisher ausschließlich mit Imidacloprid durchgeführt. Die toxikologischen Tests im Rahmen von Produktzulassungen zeigen jedoch, dass auch bei den anderen Neonics, inkl. Acetamidrid, schwerwiegende Symptome bereits bei Dosierungen weit unterhalb der LD<sub>50</sub> auftreten. Dies ist hervorzuheben, da es in Deutschland in den letzten Jahren zwar zu Einschränkungen in der Nutzung der meisten Neonics kam, dies aber für Acetamidrid nicht der Fall ist. Diese angeblich wenig toxisch wirkende Neonic-Substanz erweist sich in Studien jedoch ebenfalls als hochgiftig. Somit muss die Entscheidung, auf Einschränkungen für Acetamidrid zu verzichten, überdacht werden.

Die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen belegen ein sehr weites Wirkspektrum, sowohl hinsichtlich der betroffenen Vogelarten als auch hinsichtlich der ökologischen, physiologischen und ethologischen Effekte. So wurden bei den Vögeln Entkräftigung, Störungen in der Bewegungskoordination, allgemeine Verhaltensänderungen, wie verminderte Fluchtreaktion und Flugunfähigkeit, aber auch Veränderungen verschiedener Blutbildparameter, der Spermienaktivität und vor allem neurologische Symptome beschrieben. Bei Dachsammern wurde festgestellt, dass sie Körpergewicht verlieren, Depotfett abbauen und dass das Zugverhalten und die Zugorientierung gestört werden. Mehrfach wurden dosisabhängige Effekte nachgewiesen.

Indirekte Effekte wurden meist durch Rückstandsanalytik tot aufgefundener Tiere aufgedeckt, und nur eine Studie beschreibt Korrelationen zwischen dem Einsatz von Neonics und großräumigen Verlusten von Vögeln. Die Untersuchungen toter Vögel zeigten, dass es selbst bei vorschriftsmäßiger Behandlung von Pflanzen ausreicht, wenn ein Körnerfresser nur sehr wenige behandelte Samen fressen muss, um erhebliche

Beeinträchtigungen zu erleiden oder sogar zu sterben. Untersuchungen zur Korrelation von Neonicotinoid-Konzentrationen in Gewässern mit Bestandsentwicklungen von Vögeln legen zudem nahe, dass auch insektenfressende Vögel in großem Maße betroffen sind.

Insgesamt sind jedoch mehrere Fragenkomplexe offen, vor allem hinsichtlich indirekter Wirkungen von Neonics auf insektivore Vögel, aber auch bezüglich der kumulativen Wirkung bei gleichzeitiger Applikation von Neonics mit anderen Pestiziden. Hier sind Fragen offen, auch weil sie nicht Teil der vorgeschriebenen toxikologischen Standarduntersuchungen bei Produktzulassungen sind. Dies muss rechtlich und im Verfahrensprozess von Produktzulassungen angepasst werden, um die tatsächliche Ökosystemrelevanz von Pestiziden einschätzen zu können.

**Dank.** Margarete Siering motivierte zu diesem Review, vielfältige Literaturhinweise sowie persönliche Bewertungen der Neonic-Situation in Deutschland sowie ihre Wirkung auf Vögel gaben Wolfgang Fiedler, Markus Jais, Achim Kostrzewa, Heinz Kowalski, Claudia Müller, Lukas Jenni, Sebastian Pfeifer, Christoph Purschke, Bernd Remelius, Darius Stiels und Michael Wink, allen danke ich ganz herzlich für ihre Unterstützung.

## Literatur

- Addy-Orduna LM, Brodeur JC, Mateo R (2019) Oral acute toxicity of imidacloprid, thiamethoxam and clothianidin in eared doves: A contribution for the risk assessment of neonicotinoids in birds. *Science of the Total Environment* 659: 1216–1223
- Alkassab AT, Kirchner WH (2017) Sublethal exposure to neonicotinoids and related side effects on insect pollinators: honeybees, bumblebees, and solitary bees. *Journal of Plant Diseases and Protection* 124: 1–30
- Al-Rajab AJ, Alhababy AM, Alfaifi T (2016) Persistence of imidacloprid, acetamiprid and methomyl in qat leaves. *Hellenic Plant Protection Journal* 9: 51–59
- Balani T, Agrawal S, Thaker AM (2011) Hematological and biochemical change due to short-term administration of imidacloprid. *Toxicology International* 18: 2–4
- Bastian, HV, Bastian A, Tietze DT (2018) Die Habitatwahl des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in der Brut- und Nachbrutzeit: Äcker mit unerwartet hohem Wert als Nahrungslebensraum. *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* 13: 1209–1226
- Boatman ND, Brickle NW, Hart JD, Milsom TP, Morris AJ, Murray AWA, Murray KA, Robertson PA (2004) Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* 146 (Suppl. 2): 131–143
- Botha CJ, du Plessis EC, Coetser H, Rosemann M (2018) Analytical confirmation of imidacloprid poisoning in granivorous Cape spurfowl (*Pternistis capensis*). *Journal of the South African Veterinary Association* 89: 1–5
- Bright JA, Morris AJ, Winspear R (2008) A review of indirect effects of pesticides on birds and mitigating land-management practices. *RSPB Research Report* 28: 1–66
- Bro E, Decors A, Millot F, Soyeux D, Moinet M (2010) Intoxications des *Perdrix grises* en nature. *Nouveau bilan de la surveillance «SAGIR»*. *Faune Sauvage* 289: 26–32
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2020a) Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2018. Braunschweig
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2020b) Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel in Deutschland mit Informationen über beendete Zulassungen (Stand: Januar 2020). Braunschweig
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (o. J.) Verlängerungen von Zulassungen, letzte Änderung: 2. April 2020. [www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04\\_Pflanzenschutzmittel/01\\_Aufgaben/02\\_ZulassungPSM/01\\_ZugelPSM/04\\_Verlaengerungen/psm\\_ZugelPSM\\_Verlaengerungen\\_basepage.html](http://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/04_Verlaengerungen/psm_ZugelPSM_Verlaengerungen_basepage.html)
- Campbell LH, Cooke AS (1997) The indirect effects of pesticides on birds. *Joint Nature Conservation Committee, Peterborough*
- Cox C (2011) Insecticide factsheet – Imidacloprid. *Journal of Pesticide Reform* 21/1: 15–21
- EFSA (2013) Scientific Opinion on the developmental neurotoxicity potential of acetamiprid and imidacloprid. *EFSA Journal* 11(12): 3471, doi:10.2903/j.efsa.2013.3471
- Eng ML, Stutchbury BJM, Morrissey CA (2017) Imidacloprid and chlorpyrifos insecticides impair migratory ability in a seed-eating song-

- bird. *Scientific Reports* 7: 15176, doi:10.1038/s41598-017-15446-x
- Eng ML, Stutchbury BJM, Morrissey CA (2019) A neonicotinoid insecticide reduces fueling and delays migration in songbirds. *Science* 365: 1177–1180
- European Food Safety Authority (2013a) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin. *EFSA Journal* 11(1): 3066
- European Food Safety Authority (2013b) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam. *EFSA Journal* 11(1): 3067
- European Food Safety Authority (2013c) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid. *EFSA Journal* 11(1): 3068
- European Union (2013) Bee Health: EU takes additional measures on pesticides to better protect Europe's bees. European Commission Press Release IP/13/708; 1. July 2013
- EXTOXNET (2020) Pesticide Information Profile – Imidacloprid. <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxypop-methylparathion/imidacloprid-ext.html> (aufgerufen am 3.4.2020)
- Fachgruppe „Vögel der Agrarlandschaft“ (2019) Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik ab 2021: Erfordernisse zum Erhalt unserer Agrarvögel. *Vogelwarte* 57: 345–357
- Genersch E, von der Ohe W, Kaatz H, Schroeder A, Otten C, Büchler R, Berg S, Ritter W, Mühlen W, Gisder S, Meixner M, Liebig G, Rosenkranz P (2010) The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 41: 332–352
- Gerlach B, Dröschmeister R, Langgemach T, Borkenhagen K, Busch M, Hauswirth M, Heinicke T, Kamp J, Karthäuser J, König C, Markones N, Prior N, Trautmann S, Wahl J, Sudfeldt S (2019) Vögel in Deutschland – Übersichten zur Bestandssituation. DDA, BfN, LAG VSW, Münster
- Gibbons D, Morrissey C, Mineau P (2015) A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environmental Science and Pollution Research* 22: 103–118
- Goulsen D (2013) An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology* 50: 977–987
- Goulsen D (2014) Pesticides linked to bird declines. *Nature* 511: 295–296
- Gupta S, Gajbhiye V (2007) Persistence of Acetamiprid in soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 78: 349–352
- Hallmann CA, Foppen RPB, van Turnhout CAM, de Kroon H, Jongejans E (2014) Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511: 341–343
- Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hörren T, Goulsen D, 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. doi.org/10.1371/journal.pone.0185809
- Heuvel B (2008) Neonicotinoide/Systemische Insektizide und ihre Auswirkungen auf die Insektenwelt: eine Übersicht im Kontext des Honigbienensterbens im Jahr 2008 in Deutschland. [www.imkerdemo.de/Dokumente/EH\\_Neonicotinoide.pdf](http://www.imkerdemo.de/Dokumente/EH_Neonicotinoide.pdf)
- Humann-Guillemot S, Tassin de Montaigu C, Sire J, Grünig S, Gning O, Glauser G, Vallat A, Helfenstein F (2019) A sublethal dose of the neonicotinoid insecticide acetamiprid reduces sperm density in a songbird. *Environmental Research* 177: 108589
- Jahn T, Hötter H, Oppermann R, Bleil R, Vele L (2014) Protection of biodiversity of free living birds and mammals in respect of the effects of pesticides. *UBA Texte* 30/2014
- Jeschke P, Nauen R, Schindler M, Elbert A (2011) Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 59: 2897–2908
- Johnson AJ (1994) NI-25. Acute toxicity (LD50) to the mallard duck. Report No. NPS 621/932516, Nippon Soda CO., Tokyo
- Kimura-Kuroda J, Komuta Y, Kuroda Y, Hayashi M, Kawano H (2012) Nicotine-like effects of the neonicotinoid insecticides acetamiprid and imidacloprid on cerebellar neurons from neonatal rats. *PLoS ONE* 7(2):e32432. doi:10.1371/journal.pone.0032432
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2015) ECHO-Stoffbericht Neonicotinoide. Recklinghausen
- Lopez-Antia A, Ortiz-Santaliestra ME, Mougeot F, Mateo R (2013) Experimental exposure of red-legged partridges (*Alectoris rufa*) to seeds

- coated with imidacloprid, thiram and difenconazole. *Ecotoxicology* 22: 125–138
- Lopez-Antia A, Ortiz-Santaliestra ME, Mougeot F, Mateo R (2015) Imidacloprid-treated seed ingestion has lethal effect on adult partridges and reduces both breeding investment and offspring immunity. *Environmental Research* 136: 97–107
- Mason R, Tennekes H, Sánchez-Bayo F, Jepsen PU (2013) Immune suppression by neonicotinoid insecticides at the root of global wildlife declines. *Journal of Environmental Immunology and Toxicology* 1: 3–12
- Menzel R (2014) Wie Pestizide (Neonicotinoide) die Navigation, die Tanz-Kommunikation und das Lernverhalten von Bienen verändern. In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Soziale Insekten in einer sich wandelnden Welt. Rundgespräche der Kommission für Ökologie 43, Verlag Pfeil, München, pp 75–83
- Millot F, Decors A, Mastain O, Quintaine T, Berny P, Vey D, Lasseur R, Bro E (2017) Field evidence of bird poisonings by imidacloprid-treated seeds: a review of incidents reported by the French SAGIR network from 1995 to 2014. *Environmental Science and Pollution Research* 24: 5469–5485
- Mineau P, Palmer C (2013) Neonicotinoid insecticides and birds: The impact of the nation's most widely used insecticides on birds. American Bird Conservancy, Washington DC
- Mineau P, Whiteside M (2013) Pesticide acute toxicity is a better correlate of U.S. grassland bird declines than agricultural intensification. *PLoS ONE* 8(2): e57457. doi:10.1371/journal.pone.0057457
- Mondal S, Ghosh RC, Mate MS, Karmakar DB (2009) Effects of Acetamiprid on Immune System in Female Wistar Rats. *Proceedings of the Zoological Society* 62: 109–117
- Niggli U, Gerowitt B, Brühl C, Liess M, Schulz R, Altenburger R, Bokelmann W, Büttner C, Hartenbach M, Heß J, Märländer B, Miedaner T, Nödler K, Petercord R, Reineke A, von Kröcher C, Wissenschaftlicher Beirat des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz beim BMEL (2019) Pflanzenschutz und Biodiversität in Agrarökosystemen. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
- Pandey SP, Mohanty B (2017) Disruption of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis on co-exposures to dithiocarbamate and neonicotinoid pesticides: Study in a wildlife bird, *Amandava amandava*. *Neurotoxicology* 60: 16–22
- Pisa L, Goulson D, Yang EC, Gibbons D, Sánchez-Bayo F, Mitchell E, Aebi A, van der Sluijs JP, MacQuarrie CJK, Giorio C, Long EY, McField M, van Lexmond MB, Bonmatin JM (2017) An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 2: impacts on organisms and ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*: doi.org/10.1007/s11356-017-0341-3
- Pistorius J, Bischoff G, Heimbach U, Stähler M (2009) Bee poisoning incidents in Germany in spring 2008 caused by abrasion of active substance from treated seeds during sowing of maize. *Julius-Kühn-Archiv* 423: 118–126
- Rogers KH, McMillin S, Olstad KJ, Poppenga RH (2019) Imidacloprid poisoning of songbirds following a drench application of trees in a residential neighborhood in California, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry* 38: 1724–1727
- Sánchez-Bayo F, Goka K (2005) Unexpected effects of zinc pyrethione and imidacloprid on Japanese medaka fish (*Oryzias latipes*). *Aquatic Toxicology* 74: 285–293
- Siviter H, Brown MJF, Leadbeater E (2018) Sulfoxaflor exposure reduces bumblebee reproductive success. *Nature* 561: 109–112
- Strothmann K (2018) Neonicotinoide: Welche Mittel jetzt verboten sind und welche erlaubt. [www.agrarheute.com/pflanze/neonicotinoide-welche-mittel-verboten-welche-erlaubt-547596](http://www.agrarheute.com/pflanze/neonicotinoide-welche-mittel-verboten-welche-erlaubt-547596) (aufgerufen am 29.3.2020)
- Tennekes H (2010) The systemic insecticides: A disaster in the making. ETS Nederland BV, Zutphen
- Tennekes H, Zillweger AB, Buchholz S (2011) Das Ende der Artenvielfalt: neuartige Pestizide töten Insekten und Vögel. Natur und Umwelt Service- und Verlags GmbH, Lenzen
- Tingle CCD, Rother JA, Dewhurst CF, Lauer S, King WJ (2003) Fipronil: Environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 176: 1–66
- Tokumoto J, Danjo M, Kobayashi Y, Kinoshita K, Omotehara T, Tatsumi A, Hashiguchi M, Sekijima T, Kamisoyama H, Yokoyama T, Kitagawa H, Hoshi N (2013) Effects of exposure to clothianidin on the reproductive

- system of male quails. *Journal of Veterinary Medical Science* 75: 755–760
- Ullmann A, Bastian A, Bastian HV (2017) Nahrungsangebot und Nestlingsnahrung des Bienenfressers *Merops apiaster* in drei Kolonien in Rheinland-Pfalz. *Vogelwarte* 55: 177–185
- Umweltinstitut München e.V. (o. J.): Bedrohung für Bestäuber: Neonicotinoide. [www.umweltinstitut.org/themen/landwirtschaft/pestizide/neonicotinoide.html](http://www.umweltinstitut.org/themen/landwirtschaft/pestizide/neonicotinoide.html) (aufgerufen am 29.3.2020)
- US EPA (2003) Pesticide Fact Sheet – Clothianidin. United States Environmental Protection Agency – Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Washington
- van der Sluijs JP, Simon-Delso N, Goulson D, Maxim L, Bonmatin JM, Belzunces LP (2013) Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5: 293–305
- van der Sluijs JP, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, Bijleveld van Lexmond MFIJ, Bonmatin JM, Chagnon M, Downs CA, Furlan L, Gibbons DW, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreuzweiser DP, Krupke C, Liess M, Long E, McField M, Mineau P, Mitchell EAD, Morrissey CA, Noome DA, Pisa L, Settele J, Simon-Delso N, Stark JD, Tapparo A, van Dyck H, van Praagh J, Whitehorn PR, Wiemers M (2015) Conclusions of the worldwide integrated assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environmental Science and Pollution Research* 22: 148–154
- von Witzke H, Noleppa S (2011) Der gesamtgesellschaftliche Nutzen von Pflanzenschutz in Deutschland. Darstellung des Projektansatzes und Ergebnisse zu Modul 1: Ermittlung von Markteffekten und gesamtwirtschaftlicher Bedeutung. *agripol – network for policy advice GbR, Berlin*
- Wood TJ, Goulson D (2017) The environmental risks of neonicotinoid pesticides: A review of the evidence post 2013. *Environmental Science and Pollution Research* 24: 17285–17325
- Wu CH, Lin CL, Wang SE, Lu CW (2020) Effects of imidacloprid, a neonicotinoid insecticide, on the echolocation system of insectivorous bats. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 163: 94–101

Eingegangen am 13. April 2020

Angenommen nach Revision am 11. Juni 2020



**Hans-Valentin Bastian**, Jg. 1957, Studium der Biologie, Diplomarbeit an der Vogelwarte Radolfzell mit einem bioakustischen Thema an Zilpzalpen, Promotion an der Universität Tübingen mit einem ökotoxikologischen Thema an Amphibien. Untersuchungen, meist zusammen mit Anita Bastian, vor allem an Bienenfressern, Braunkehlchen, Grauammern, Zaunammern und Rauchschnalzen, seit etwa 30 Jahren Beringer der Vogelwarte Radolfzell. Sprecher DO-G Fachgruppe „Bienenfresser“ und NABU Bundesfachausschuss Ornithologie und Vogelschutz; beruflich tätig als Unternehmensberater.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ornithologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [59\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Bastian Hans-Valentin

Artikel/Article: [Neonicotinoide und Vögel – Literaturreview und offene Fragen 1-17](#)