



## Meinungsartikel

# Rückgang der biologischen Vielfalt: inwiefern ist eine unzureichende Umweltverträglichkeitsprüfung von Pestiziden mitverantwortlich?

Carsten A. Brühl<sup>1\*</sup> und Johann G. Zaller<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> iES Landau, Institut für Umweltwissenschaften, Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland ([bruehl@uni-landau.de](mailto:bruehl@uni-landau.de))

<sup>2</sup> Institut für Zoologie, Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, Universität für Bodenkultur, Wien, Österreich ([johann.zaller@boku.ac.at](mailto:johann.zaller@boku.ac.at))

### Zusammenfassung

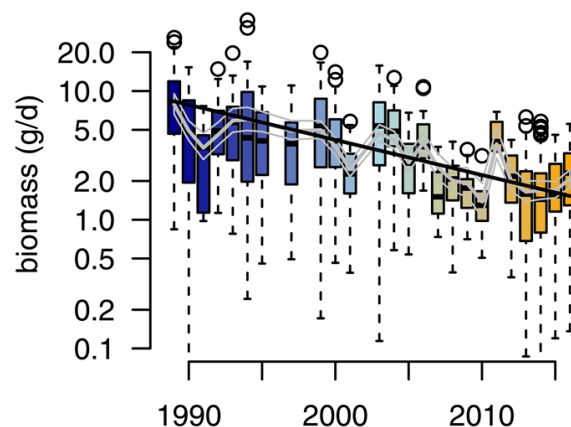
Pflanzenschutzmittel oder Pestizide, wie sie in der Landwirtschaft eingesetzt werden, sind doch nicht so sicher wie oftmals behauptet. Sie sind daher auch für den Rückgang von Insekten und Vögeln in der Agrarlandschaft verantwortlich. Trotz eines enormen Aufwands bei der Prüfung der Umweltauswirkungen von Pestiziden für die Zulassung werden dabei die Praxisbedingungen nicht berücksichtigt. Dies kritisieren Carsten Brühl vom Institut für Umweltwissenschaften Landau und Johann Zaller von der Universität für Bodenkultur Wien. Dies liege vor allem an drei fundamentalen Fehlern in der Umweltrisikobewertung des Zulassungssystems: Erstens werde ignoriert, dass auf den Feldern mehrere Pestizide gleichzeitig eingesetzt werden, zweitens fänden ökologische Wechselwirkungen zwischen Organismen statt, die durch Pestizide gestört werden und drittens werde die Artenvielfalt auf den Feldern selbst reduziert.

### Ausgangslage

Die weltweite Kontamination von Ökosystemen mit Pflanzenschutzmitteln (Pestiziden im folgenden Text) ist hinlänglich dokumentiert (Shunthirasingham et al. 2010, Hoferkamp et al. 2010, Ferrario et al. 2017, Hvězdová et al. 2018). Die Auswirkungen von Pestiziden auf verschiedene aquatische und terrestrische Nicht-Zielorganismen werden in zahlreichen Studien untersucht (Zaller und Brühl 2019) und speziell die dramatischen Verluste der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften werden zunehmend auch in der Öffentlichkeit diskutiert (Europäische Kommission 2018a). Der Rückgang der Insektenbiomasse um mehr als 70% in den letzten Jahrzehnten, die Halbierung der Feldvogelpopulationen in Europa und die Auswirkungen auf Bestäuberinsekten sind allgemein bekannt (Hallmann et al. 2017, Donald et al. 2001, Potts et al. 2010).

Aus einer Reihe von Parametern der landwirtschaftlichen Intensivierung (wie z.B. Feldgröße, Düngermenge, Landschaftsstruktur) identifizierte eine europaweite Studie die Ausbringung von Pestiziden als primären Faktor für die abnehmende Biodiversität von Pflanzen, Laufkäfern und Vögeln (Geiger et al. 2010). In einem Übersichtsartikel wird die chemische Verschmutzung einschließlich der Pestizidanwendungen als zweitwichtigste Ursache für den weltweiten Rückgang der Insektenpopulationen festgestellt (Sánchez-Bayo &

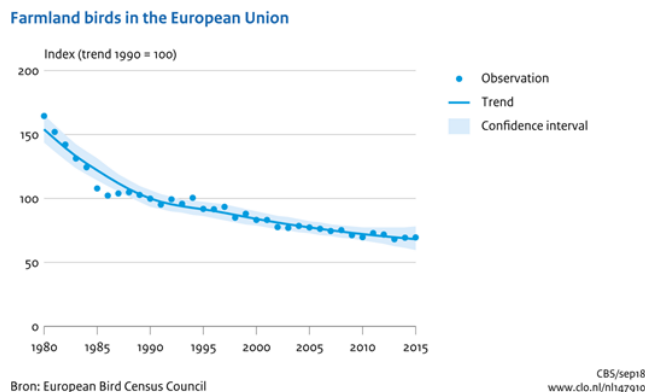
Wyckhuys 2019). Andere Faktoren waren Verlust des Lebensraums, Intensivierung der Landwirtschaft, Düngemiteleinträge, eingeführte Arten und der Klimawandel.



**Figure 1:** Temporal distribution of insect biomass. Boxplots depict the distribution of insect biomass (gram per day) pooled over all traps and catches in each year ( $n = 1503$ ). Based on our final model, the grey line depicts the fitted mean (+95% posterior credible intervals) taking into account weather, landscape and habitat effects. The black line depicts the mean estimated trend as estimated with our basic model. From: Hallman, C.A. et al. (2017) *PLoS one*, 12:e0185809. doi: 10.1371/journal.pone.0185809

In der wissenschaftlichen Gemeinschaft besteht Einigkeit darüber, dass Pestizideinträge einen zentralen Faktor für den beobachteten Rückgang der biologischen Vielfalt darstellen. Allerdings werden Pestizide auch als die am strengsten regulierten Chemikalien angesehen, für deren Registrierung in der Europäischen Union eingehende Umweltrisikobewertungen (URB) durchgeführt werden müssen (Europäisches Parlament 2009). Dieses Verfahren umfasst die Durchführung einer Reihe von Toxizitätsstudien und Risikoberechnungen zur Vorhersage möglicher Pestizidexpositionen (für einen Überblick siehe z.B. Storck et al., 2017). Wenn in diesem Genehmigungsprozess das Risiko eines Pestizids als „akzeptabel“ angesehen wird, gelten sie gleichzeitig auch als „sicher“ und können in Verkehr gebracht werden (EFSA, 2019). Für Landwirte führt das zu der paradoxen Situation, dass sie von der Öffentlichkeit für den beobachteten Rückgang der Biodiversität verantwortlich gemacht, obwohl sie vermeintlich "sichere" Pestizide anwenden. Damit wird offensichtlich, dass die derzeit durchgeführte URB in der Pestizidregulierung unzureichend ist, da

sie nicht verhindern kann, dass die registrierten und häufig verwendeten Pestizide schädliche Auswirkungen auf unsere Umwelt haben.



**Figure 2:** Farmland birds, 1990-2017 (indicator 1479, version 10, 21 September 2018). [www.environmentaldata.nl](http://www.environmentaldata.nl). Statistics Netherlands (CBS), (<https://www.clo.nl/en/indicators/en1479-farmland-birds>)

In den letzten zehn Jahren ist die URB von Pestiziden zunehmend komplexer geworden. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) als zuständige Behörde für die Pestizidregistrierung in Europa hat Richtlinien ausgearbeitet, die die erforderlichen Studien für verschiedene Gruppen von aquatischen und terrestrischen Organismen und deren Umsetzung in der Risikobewertung beschreiben (EFSA 2010; 2013a). Für die terrestrische Umwelt liegen uns zusätzlich spezifische Vorschriften für Vögel und Säugetiere sowie für Bienen vor, die nicht nur die Honigbiene, sondern auch Hummeln und Wildbienen umfassen (EFSA 2009; 2013b). Darüber hinaus hat die EFSA in den letzten Jahren auch wissenschaftliche Gutachten zu Bodenorganismen, Nicht-Zielarthropoden, Amphibien und Reptilien sowie Bei- bzw. Wildkräuter veröffentlicht, für die eine Verbesserung der URB gefordert wird (EFSA 2014; 2015; 2017; 2018). In einigen Fällen, wie z.B. bei Amphibien und Reptilien, müssen sogar neue Standard-Toxizitätsstudien entwickelt werden und der Ablauf der URB ist noch nicht einmal skizziert. Bis neue, verbesserte Richtlinien ausgearbeitet sind, wird die Bewertung und auch Zulassung von Pestiziden weiterhin wie bisher durchgeführt.

Das aktuelle Schema für die URB von Pestiziden wurde kürzlich auch von der Gruppe der wissenschaftlichen Berater der Europäischen Kommission angesprochen, die unter anderem die Festlegung eindeutiger und quantifizierbarer Schutzziele und strukturelle Änderungen des Registrierungsprozesses empfahlen (Europäische Kommission 2018b). Das Europäische Parlament hat sich auf einen Entschließungsantrag zum Zulassungsverfahren für Pestizide geeinigt, in dem die Besorgnis über den weit verbreiteten Einsatz von Pestiziden und die mangelnde Kenntnis der Öffentlichkeit über die Gefahren und Risiken des Pestizideinsatzes erwähnt wird (Europäisches Parlament 2018a). Wenige wissenschaftliche Analysen des europäischen URB-Systems identifizieren auch deren Mängel (z.B. Newman et al. 2006; Schäfer et al. 2011;

Storck et al. 2017). Die daraus abgeleiteten Hauptforderungen sind die Einbeziehung neuer Testorganismen, die Ausweitung der Studien auf realistischere Umweltszenarien, die Überprüfung der Gültigkeit der verwendeten Unsicherheits- oder Bewertungsfaktoren und die Einbeziehung subletaler Endpunkte in die Risikoabschätzung (z.B. Jänsch et al. 2006, Stahlschmidt und Brühl 2012, Desneux et al. 2007). Auch auf die Notwendigkeit der Berücksichtigung von Wechselwirkungen zwischen Pestiziden und zusätzlichen Stressoren wie Nährstoffeinträgen oder Klimawandel wurde hingewiesen (Köhler und Triebkorn, 2013; Baier et al., 2016).

Doch anstatt alle offenen Fragen zu den verschiedenen Phasen eines komplexen URB-Systems aufzuzeigen, halten wir es für notwendig, einen Schritt zurückzutreten und sich mit der gesamten Struktur der URB zu befassen. Im Hinblick auf den beobachteten Biodiversitätsrückgang in Agrarlandschaften konzentrieren wir uns dabei speziell auf den terrestrischen Teil.

## Anwendungssequenzen

Die bestehende URB wird für einen Wirkstoff oder für ein Pestizidprodukt durchgeführt, das einmal oder mehrmals in einer bestimmten Kultur ausgebracht wird. Bei vielen landwirtschaftlichen Kulturen werden Pestizide jedoch mehrmals angewandt. So kann Saatgut bereits mit einer Mischung aus mehreren systemischen Pflanzenschutzmitteln behandelt sein, zusätzlich werden während der Vegetationsperiode mehrere Produkte auf die wachsenden Pflanzen oder Früchte ausgebracht. In Deutschland wurden im Jahr 2016 durchschnittlich 6 Pflanzenschutzmittel (Behandlungsindex) bei Weizen, 7 bei Raps, 14 bei Kartoffeln, 22 im Weinbau und 32 im Apfelanbau eingesetzt (JKI 2019). Im Vereinigten Königreich wurden bei den gleichen Kulturpflanzen noch mehr Pestizide eingesetzt: 11 Pestizidbehandlungen für Weizen, 13 für Raps und 21 für Kartoffeln (FERA 2017). Weniger gut dokumentiert sind die Pestizidanwendungen in anderen Ländern; maximale Pestizideinsätze wie bei Bananen in Costa Rica, wo die Ausbringung in konventionellen Plantagen alle 4 Tage aus der Luft erfolgt, führen zu Mengen von über 75 kg Aktivstoff/ha/Jahr. Es liegt in der Natur der eingesetzten Pestizide, dass mehrfache Anwendungen von biologisch aktiven Chemikalien mit größerer Wahrscheinlichkeit schwere Auswirkungen auf Organismen verursachen, als eine einmalige Anwendung. Die aktuelle Risikobewertung geht in der Zulassung jedoch davon aus, dass ein Organismus nur der Wirkung eines einzigen Pestizids ausgesetzt ist und sich die Population in der folgenden Zeit ohne chemische Belastung auf frühere Niveaus erholen kann. Tatsächlich ist die Population während der Anbausaison aber gegenüber mehreren Pestiziden exponiert und beeinträchtigt. Dies ist eine besorgniserregende Unterschätzung des tatsächlichen Risikos der Pestizidanwendungen für die biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft. Auch für die menschliche Gesundheit werden Bedenken wegen einer Unterschätzung der Auswirkungen einer Kontamination mit mehreren Pestiziden und anderer Chemikalien laut (Leu & Shiva 2014).

## Indirekte Auswirkungen

Die derzeitige URB-Regelung behandelt die Auswirkungen eines Pestizids auf jede Organismengruppe getrennt. Es gibt getrennte Richtlinien für die URB beispielsweise von Pflanzen, Arthropoden (Insekten und Spinnen) und Vögeln. Für Arthropoden werden manchmal Feldstudien durchgeführt, bei denen Interaktionen zwischen räuberischen Insekten und ihrer Beute aufgezeichnet werden. Die Studien umfassen jedoch nicht die Wechselwirkungen verschiedener Organismengruppen. Ein Beispiel hierfür ist ein Herbizid, das keine akut toxische Wirkung auf Insekten und Vögel hat und daher die aktuelle Risikobewertung für beide Gruppen besteht. Die Anwendung des Herbizids führt jedoch, wie beabsichtigt, zu einer Reduzierung von "Unkräutern" auf dem Feld aber auch derselben Pflanzenarten außerhalb des Feldes, die dann als "Nicht-Zielpflanzen" gelten. Damit wird die Menge an Nahrung für Bestäuber und pflanzenfressende Insekten reduziert. Diese Verringerung an Nahrung kann zu weiteren Auswirkungen auf Vögel führen, da pflanzenfressende Insektenlarven, wie z.B. Raupen, nach Herbizidbehandlungen kleiner und weniger zahlreich sind (Hahn et al. 2014), wodurch die Insektenbiomasse, die für die Ernährung der Vogelnachkommen zur Verfügung steht, reduziert wird. Diese Wechselwirkungen im Nahrungsnetz sind grundlegende Merkmale von Ökosystemen und müssen daher in der URB berücksichtigt werden.

## Biodiversitätseffekte auf der Anbaufläche

Die europäische URB berücksichtigt zwar Umwelteffekte von Pestiziden, die in naturnahen Strukturen außerhalb der landwirtschaftlichen Fläche auftreten können, allerdings sind derzeit keine URB für ein Risiko auf den eigentlichen Feldern vorgeschrieben. Im wissenschaftlichen Gutachten für Nichtzielarthropoden wird jedoch erwähnt, dass „die biologische Vielfalt auf der Ackerfläche bis zu einem gewissen Grad gefördert werden muss (...), um wichtige Ökosystemleistungen erbringen zu können (EFSA 2015)“. Die entsprechende, für die Zulassung relevante Richtlinie berücksichtigt dies jedoch nicht und negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt werden auf der Anbaufläche akzeptiert, wo Pestizide in biologisch wirksamen Raten ausgebracht werden. Die landwirtschaftliche Anbaufläche, die in Europa mit Pestiziden appliziert wird, beträgt 22% der Landfläche und erreicht z. B. in Deutschland und Frankreich Anteile von mehr als 30% (für 2015, Eurostat 2019). Das bedeutet, dass negative Auswirkungen von Pestiziden auf die Biodiversität auf einem Drittel der Landfläche nicht betrachtet werden. Um den beobachteten Rückgang der Insektenbiomasse in der Agrarlandschaft Deutschlands zu erklären (Hallmann et al., 2017), ist die sparsamste Erklärung (Ockhams Rasiermesser) der jährliche Einsatz von Insektiziden auf mehr als 30% der gesamten Anbaufläche. Zur Erklärung der beobachteten Reduktionen von tagaktiven Insekten muss kein anderer Faktor wie z.B. Lichtverschmutzung, die potentiell nachaktive Insekten betrifft, oder Bodenversiegelung herangezogen werden (BMU 2018).

Unzulänglichkeiten in der URB wie die Nichtbeachtung der mehrfachen Pestizidanwendung in der landwirtschaftlichen Praxis und der Nahrungsnetz-Effekte im Agrarökosystem führen zu einer URB-Regelung, die die Biodiversität nicht ausreichend schützt. Wenn wir das bestehende URB-Schema weiterführen, ist ein weiterer Rückgang vieler Organismengruppen, wie z.B. der Feldvögel und Insekten, in der Agrarlandschaft unvermeidbar. Die Vernachlässigung der beschriebenen Faktoren hat wahrscheinlich größere Folgen als eine Unterschätzung des Risikos der Pestizidanwendung aufgrund eines geringeren Unsicherheitsfaktors oder eines Fehlers im experimentellen Design einer Studie für die Zulassung. Die fehlende Auseinandersetzung mit den genannten strukturellen Problemen kann auch nicht durch zusätzliche Studien mit neuen Testarten oder Organismengruppen für eine immer komplexer werdende URB kompensiert werden. Ein Verbot einiger bestimmter Insektizide oder Breitbandherbizide, wie Neonicotinoide oder Glyphosat, wird den Biodiversitätsrückgang ebenfalls kaum aufhalten. Wir müssen vielmehr dringend die Grundlage für die Regulierung dieser biologisch aktiven Chemikalien überdenken und einen ganzheitlichen, systemischen Ansatz entwickeln, der auch die indirekten Auswirkungen von mehrfachen Pestizidanwendungen auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche einbezieht. Da die derzeitige URB für die Regulierung von Pestiziden grundlegend unzureichend ist, sollten wir akzeptieren, dass die derzeitige Praxis des Pestizideinsatzes in der europäischen Landwirtschaft nicht sicher für die terrestrische Umwelt ist.

## Risikomanagement statt Bewertung

Die Entwicklung eines neuen systemischen Ansatzes für die Umweltrisikobewertung von Pestiziden wird beträchtliche Zeit in Anspruch nehmen und erhebliche Ressourcen erfordern. Wir müssen daher auch neue Optionen diskutieren, um zumindest die negativen Auswirkungen von Pestiziden auf die biologische Vielfalt der Agrarlandschaft zu stoppen. Ansätze im Risikomanagement zur Vermeidung negativer Auswirkungen von Pestiziden könnten eine hilfreiche Alternative sein, bis wir in der Lage sind, das tatsächliche Umweltrisiko des Pestizideinsatzes zu bewerten. Die Reduzierung der eingesetzten Pestizidmenge in der landwirtschaftlichen Praxis ist eine naheliegende Option und ökonomisch machbar. In einer französischen Studie wurde geschätzt, dass der Gesamtpestizideinsatz in 60% von 946 bewerteten landwirtschaftlichen Betrieben um mehr als 40% reduziert werden könnte ohne dass daraus negative Auswirkungen auf Produktivität und Rentabilität entstehen (Lechenet et al., 2017). Der integrierte Pflanzenschutz sollte sich auf natürliche Feinde von Schädlingen konzentrieren und Fruchtfolgen nutzen und Pestizide als letzte Option einsetzen, anstelle Pestizide prophylaktisch einzusetzen wie in der derzeitigen Praxis üblich (z.B. Saatgutbehandlung von Getreide). Zusätzlich könnten wir den Anteil naturnaher, pestizidfreier Lebensräume in der Agrarlandschaft ausweiten, Agrarumweltmaßnahmen erhöhen und die Anbaufläche des ökologischen Landbaus ausweiten. Viele Optionen liegen auf dem Tisch. Eine stärkere Ökologisierung



der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) wird derzeit für die kommende Periode der europäischen Politik diskutiert (Erjavec & Erjavec 2015; Solazzo et al. 2016; Alons 2017).

Eine Umstellung der Landwirtschaft muss schnell, effektiv und in großem Maßstab geschehen, um einen Richtungswechsel im Biodiversitätsverlust in der Agrarlandschaft einzuleiten. Wenn wir die Änderung der landwirtschaftlichen Praxis und des derzeitigen Pestizideinsatzes weiter hinauszögern, müssen unsere Anstrengungen zu einem späteren Zeitpunkt noch größer sein und werden höhere Kosten für die Allgemeinheit nach sich ziehen. Ganz abgesehen von lokal verschwundenen Populationen und ausgestorbenen Arten, die unwiederbringlich verloren sind.

## Autorenbeiträge

Beide Autoren haben einen substantiellen, direkten und intellektuellen Beitrag zum Werk geleistet und es zur Veröffentlichung freigegeben.

## Literatur:

- Alons, G. (2017). Environmental policy integration in the EU's common agricultural policy: greening or greenwashing? *J. Eur. Publ. Pol.* 24, 1604-1622. doi: 10.1080/13501763.2017.1334085.
- Baier, F., Gruber, E., Hein, T., Bondar-Kunze, E., Ivanković, M., Mentler, A., Brühl, C.A., Spangl, B. and Zaller, J.G. (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.
- Brühl, C. A., Schmidt, T., Pieper, S. and Alscher, A. (2013). Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline? *Sci. Rep.* 3:1135. doi: 10.1038/srep01135.
- BMU (2018). Federal Ministry for the Environment, Germany. Aktionsprogramm Insektenschutz“ der Bundesregierung Diskussionsvorschläge des BMU für Maßnahmen. 20 pp. Available online at: [www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Arten\\_schutz/massnahmen\\_insektenschutz\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Arten_schutz/massnahmen_insektenschutz_bf.pdf). (Accessed Mar 27, 2019).
- Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J. M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52, 81-106. Doi: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091440.
- Donald, P. F., Green, R. E. and Heath, M. F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci.* 268, 25-29. doi: 10.1098/rspb.2000.1325.
- EFSA (2009). Guidance Document on Risk Assessment for Birds and Mammals. *EFSA J.* 7:358. doi: 10.2903/j.efsa.2009.1438.
- EFSA (2010). Scientific Opinion on the development of specific protection goal options for environmental risk assessment of pesticides, in particular in relation to the revision of the Guidance Documents on Aquatic and Terrestrial Ecotoxicology (SANCO/3268/2001 and SANCO/10329/2002). *EFSA J.* 8:1821. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1821.
- EFSA (2013a). Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. *EFSA J.* 11:290. doi: 10.2903/j.efsa.2013.3290.
- EFSA (2013b). EFSA Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). *EFSA J.* 11:3295. doi: 10.2903/j.efsa.2013.3295.
- EFSA (2014). Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for non-target terrestrial plants. *EFSA J.* 12:3800. doi: 10.2903/j.efsa.2014.3800.
- EFSA (2015). Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for non-target arthropods. *EFSA J.* 13:3996. doi: 10.2903/j.efsa.2015.3996.
- EFSA (2017). Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for in-soil organisms. *EFSA J.* 15:4690. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4690.
- EFSA (2018). Scientific Opinion on the state of the science on pesticide risk assessment for amphibians and reptiles. *EFSA J.* 16:5125. doi: 10.2903/j.efsa.2018.5125.
- EFSA (2019). Pesticide authorisation procedure. Available online at: <https://www.efsa.europa.eu/en/interactive-pages/pesticides-authorisation/Pesticides>. (Accessed Aug 23, 2019).
- Erjavec, K., and Erjavec, E. (2015). 'Greening the CAP'—Just a fashionable justification? A discourse analysis of the 2014–2020 CAP reform documents. *Food Policy.* 51, 53-62. doi: 10.1016/j.foodpol.2014.12.006.
- European Commission (2018a). "Science for Environment Policy": Flying insects in West German nature reserves suffer decline of more than 76% (1973–2000). European Commission DG Environment News Alert Service. Available online at: [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/flying\\_insects\\_west\\_german\\_nature\\_reserves\\_suffer\\_decline\\_more\\_than\\_76pc\\_1973\\_2000\\_511na1\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/flying_insects_west_german_nature_reserves_suffer_decline_more_than_76pc_1973_2000_511na1_en.pdf) (Accessed Mar 27, 2019).
- European Commission (2018b). EU Authorisation processes of plant protection products - from a scientific point of view. Group of Chief Scientific Advisors. 76 pp. doi: 10.2777/238919.
- European Parliament (2009). Regulation (EC) No 1107/2009 concerning the placing of plant protection products on the market. Official Journal of the European Union. 50 pp. Available online at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:EN:PDF> (Accessed Mar 27, 2019).
- European Parliament (2018). Report on the Union's authorisation procedure for pesticides (2018/2153(INI))

- Special Committee on the Union's authorisation procedure for pesticides Available online at: [http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0475\\_EN.html](http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0475_EN.html) (Accessed Mar 27, 2019).
- Eurostat (2019). EU Land cover statistics. Available online at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Land\\_cover\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Land_cover_statistics) (Accessed Mar 27, 2019).
- FERA (2017). Arable crops in the United Kingdom 2016. 96 pp. Available online at: <https://www.gov.uk/government/statistics/pesticide-usage-survey-arable-crops-in-the-uk-2016> (Accessed Mar 27, 2019).
- Ferrario, C., Finizio, A. and Villa, S. (2017). Legacy and emerging contaminants in meltwater of three Alpine glaciers. *Sci. Total Environ.* 574, 350-357. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.067.
- Hahn, M., Geisthardt, M. and Brühl, C. A. (2014). Effects of herbicide-treated host plants on the development of *Mamestra brassicae* L. caterpillars. *Environ. Toxicol. Chem.* 33, 2633-2638. doi: 10.1002/etc.2726.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H. et al. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS one*, 12:e0185809. doi: 10.1371/journal.pone.0185809.
- Hoferkamp, L., Hermanson, M. H. and Muir, D. C. (2010). Current use pesticides in Arctic media; 2000–2007. *Sci. Total Environ.* 408, 2985-2994. doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.11.038.
- Hvězdovalá, M., Kosubová, P., Košíková, M., Scherr, K. E., Šimek, Z., Brodský, L. et al. (2018). Currently and recently used pesticides in Central European arable soils. *Sci. Total Environ.* 613, 361-370. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.049.
- Jänsch, S., Frampton, G. K., Römbke, J., Van den Brink, P. J. and Scott-Fordsmand, J. J. (2006). Effects of pesticides on soil invertebrates in model ecosystem and field studies: a review and comparison with laboratory toxicity data. *Environ. Toxicol. Chem.* 25, 2490-2501. doi: 10.1897/05-439R.1.
- Julius-Kühn-Institut (2019). Ergebnisse, Behandlungsindex. Available online at: <https://papa.julius-kuehn.de> (Accessed Mar 27, 2019).
- Köhler, H. R. and Triebkorn, R. (2013). Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond? *Science* 341, 759-765. doi: 10.1126/science.1237591.
- Lechenet, M., Dessaint, F., Py, G., Makowski, D., and Munier-Jolain, N. (2017). Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms. *Nature Plants*, 3, 17008. doi: 10.1038/nplants.2017.8.
- Leu, A., and Shiva, V. (2014). The myths of safe pesticides. Acres, Austin, TX, USA. 142 pp. ISBN-10: 1601730845.
- Newman, M. C., Crane, M. and Holloway, G. (2006). Does pesticide risk assessment in the European Union assess long-term effects? In: *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* (1-65). Springer, New York, NY. ISBN: 978-1-4612-1280-5.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. and Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25, 345-353. doi: 10.1016/j.tree.2010.01.007.
- Schäfer, R. B., van den Brink, P. J. and Liess, M. (2011). Impacts of pesticides on freshwater ecosystems. In: *Ecological Impacts of Toxic Chemicals*, 111-137. *Bentham Science*. doi: 10.2174/97816080512121110101.
- Shunthirasingham, C., Gouin, T., Lei, Y. D., Ruepert, C., Castillo, L. E. and Wania, F. (2011). Current-use pesticide transport to Costa Rica's high-altitude tropical cloud forest. *Environ. Toxicol. Chem.* 30, 2709-2717. doi: 10.1002/etc.671.
- Silva, V., Mol, H. G., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C. J. and Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded. *Sci. Total Environ.* 653:1532-1545. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.441.
- Solazzo, R., Donati, M., Tomasi, L. and Arfini, F. (2016). How effective is greening policy in reducing GHG emissions from agriculture? Evidence from Italy. *Sci. Total Environ.* 573, 1115-1124. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.066.
- Stahlschmidt, P. and Brühl, C. A. (2012). Bats at risk? Bat activity and insecticide residue analysis of food items in an apple orchard. *Environ. Toxicol. Chem.* 31, 1556-1563. doi: 10.1002/etc.1834.
- Stehle, S. and Schulz, R. (2015a). Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *PNAS* 112, 5750-5755. doi: 10.1073/pnas.1500232112.
- Stehle, S. and Schulz, R. (2015b). Pesticide authorization in the EU—environment unprotected? *Environ. Sci. Poll. Res.*, 22, 19632-19647. doi: 10.1007/s11356-015-5148-5.
- Storck, V., Karpouzas, D. G. and Martin-Laurent, F. (2017). Towards a better pesticide policy for the European Union. *Sci. Total Environ.* 575, 1027-1033. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.167.
- Zaller, J. G. and Brühl, C. A. [Eds.] (2019). Non-Target Effects of Pesticides on Organisms Inhabiting Agroecosystems. Lausanne: *Frontiers Media*. 182 pp. doi: 10.3389/978-2-88945-976-6.

**Korrespondenzadresse**

Dr. Carsten A. Brühl  
iES Landau  
Institut für Umweltwissenschaften  
Universität Koblenz-Landau  
Fortstr. 7  
76829 Landau  
Tel.: 06341 280-31310  
([bruehl@uni-landau.de](mailto:bruehl@uni-landau.de))