

Bewertung des ökologischen Zustands von stehenden Kleingewässern anhand direkter und indirekter Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln

Stefan Lorenz, Fee Nanett Trau, Kathrin Fisch, Marlen Heinz, Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz (JKI ÖPV)

Zusammenfassung

Stehende Kleingewässer (SKG) sind Hotspots der Biodiversität. Der Vergleich von direkten und indirekten Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in SKG zeigt generell ein geringes direktes PSM-Toxizitätsrisiko für wirbellose Organismen. Die Bewertung mit dem neu entwickelten Indikator INPOND anhand indirekter toxischer Wirkungen auf Wirbellose zeigt jedoch ein hohes Risiko durch PSM-bedingte Veränderungen in Wasserpflanzengemeinschaften, einer wesentlichen Lebensraumkomponente, die die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften prägt.

Einleitung

In Deutschland gibt es rund 292.000 stehende Kleingewässer (SKG), von denen 58.000 in landwirtschaftlich geprägten Gebieten liegen (Meinikmann et al. 2021). SKG sind für die Biodiversität auf Landschaftsebene von entscheidender Bedeutung, insbesondere angesichts des derzeitigen globalen Rückgangs der Insektenvielfalt, -häufigkeit und -biomasse (Sánchez-Bayo und Wyckhuys 2019). Die SKG der Agrarlandschaft werden durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Nährstoffen aus Düngemitteln sowie durch die Veränderung der Ufervegetation und andere landwirtschaftliche Parameter beeinflusst. Darüber hinaus interagieren landwirtschaftliche Einflüsse mit Umweltparametern wie Hydrologie, Klima und Wetter. Diese Parameter können durch Veränderungen der Wasser- und Lebensraumqualität zu Verschiebungen in der aquatischen Biodiversität führen. SKGs können konstant mit Herbiziden in ökologisch kritischen Konzentrationen kontaminiert sein (Lorenz et al. 2025), was möglicherweise zu Veränderungen in der Nahrungsverfügbarkeit und der Lebensraumstruktur für Gewässerorganismen führt (Liebmann et al. 2024). Mit dem Indikator INPOND können diese indirekten Auswirkungen von PSM auf Gewässerorganismen (Wirbellosen-Gemeinschaft) aufgrund toxischer Wirkungen auf Wasserpflanzenarten bewertet werden (Ruf et al. 2026). Ziel der Untersuchungen war es, den ökologischen Zustand von 84 SKG ganzheitlich zu bewerten, indem direkte und indirekte toxische PSM-Wirkungen auf Wirbellose verglichen wurden.

Methoden

Es wurden Biodiversitätsdaten des Makrozoobenthos für 84 landwirtschaftlich genutzte SKG sowie für acht Referenzstandorte entsprechend Ruf et al. (2024) zwischen 2018 und 2021 erhoben. Die Organismengruppe Makrozoobenthos umfasst alle wirbellosen Organismen mit einer Körpergröße von mehr als 0,5 mm, die am Gewässerboden leben, beispielsweise Wasserinsekten, Schnecken, Muscheln und Krebstiere. An vier bis sechs Stellen jedes SKG wurden Wasserproben entnommen und auf 91 in der Landwirtschaft häufig verwendete PSM untersucht, darunter Fungizide, Herbizide und Insektizide. Das Wirkstoffspektrum umfasste die von Wick et al. (2019) empfohlenen Substanzen für ein Kleingewässermonitoring in Agrarlandschaften, aus analytischen Gründen mit Ausnahme von Chlorothalonil, Ethofumesat, Iodoslfuron, Prothioconazol und Triadimenol. Der durch die PSM-Belastung verursachte direkte Toxizitätsstress wurde anhand der logarithmierten maximalen Toxizitätseinheit ($\log T_{Umax}$) gegenüber wirbellosen Organismen berechnet (Sprague 1970, Lorenz et al. 2025). Für die Einstufung

jedes Gewässers auf der Grundlage der indirekten Auswirkungen der PSM-Toxizität auf Makrozoobenthos wurde der Biodiversitätsindex INPOND verwendet (Ruf et al. 2026), der auf Korrelationen verschiedener Makrozoobenthos-Gruppen mit dem logT_{Umax} für Wasserpflanzen als Indikator für die Lebensraumqualität basiert.

Ergebnisse

Direkte toxische Effekte von Pflanzenschutzmitteln

Der ökologische Zustand von elf von 84 SKG wurde aufgrund der Toxizität gegenüber Wirbellosen als schlecht oder sehr schlecht eingestuft. Die Mehrheit der SKG (70) wird als in gutem oder sehr gutem ökologischem Zustand eingestuft, während drei Gewässer einen mäßigen ökologischen Zustand aufweisen (Abbildung 1). Die Bewertung von sechs der acht als schlecht eingestuften SKG beruht auf Nachweisen des Wirkstoffs Chlorpyrifos. Die beiden übrigen als schlecht eingestuften SKG und ein als sehr schlecht eingestufter SKG sind durch Nachweise des Wirkstoffs Tefluthrin gekennzeichnet. In den beiden anderen als sehr schlecht eingestuften SKG ist Pyraclostrobin für die Einstufung ausschlaggebend. Bei den drei als mäßig eingestuften Gewässern waren die Substanzen Epoxiconazol, Dimoxystrobin und Imidacloprid für die jeweiligen logT_{Umax}-Werte der Wirbellosen verantwortlich.

Indirekte toxische Effekte von Pflanzenschutzmitteln

35 der 84 untersuchten SKG wurden anhand des Indikators INPOND als in schlechtem oder sehr schlechtem Zustand eingestuft. 39 Gewässer gelten als in mäßigem Zustand und nur 10 Gewässer erreichen einen guten oder sehr guten ökologischen Zustand (Abbildung 1). Die Substanzen, die zu einer Einstufung der Gewässer als in schlechtem oder sehr schlechtem Zustand führten, waren die Herbizide Chloroluron, Dimethamid-P, Flufenacet, Foramsulfuron, Nicosulfuron, Prosulfuron und Terbutylazin; die Fungizide Epoxiconazol und Tebuconazol; sowie das Insektizid Chlorpyrifos. Für die SKG-Einstufung in einen mäßigen ökologischen Zustand waren die Herbizide 2,4-D, Chlortoluron, Diflufenican, Dimethamid-P, Flufenacet, Flurtamon, Isoproturon, Lenacil, Metsulfuron-methyl, Nicosulfuron, Propyzamid, Prosulfuron, S-Metolachlor und Terbutylazin sowie die Fungizide Epoxiconazol und Tebuconazol verantwortlich.

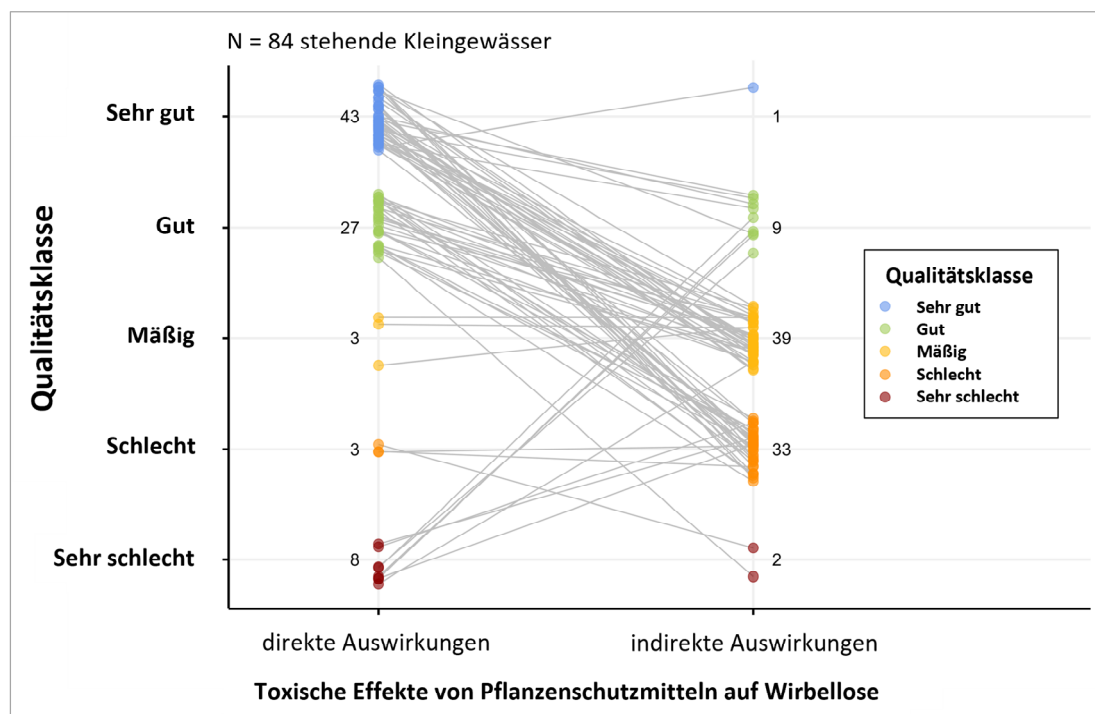


Abbildung 1: Bewertung des ökologischen Zustands von 84 stehenden Kleingewässern in Agrarlandschaften anhand direkter und indirekter Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Vielfalt wirbelloser Organismen. Die Einstufung der Gewässer in die Qualitätsklassen erfolgte nach Ruf et al. 2026.

Vergleichende Bewertung

Vergleicht man die Bewertung der SKG auf der Grundlage direkter und indirekter Pestizidwirkungen (Abbildung 1), so scheint eine Bewertung auf der Grundlage direkter Pestizidwirkungen zu einer Unterschätzung des tatsächlichen Risikos von PSM für die Gewässer-Biodiversität zu führen. Für die meisten Gewässer wurden bei der Betrachtung der indirekten Auswirkungen von Pestiziden auf Wirbellosen-Gemeinschaften unter Verwendung von INPOND wesentlich höhere Risiken festgestellt. Interessanterweise wurden einige SKG, die aufgrund der direkten Auswirkungen von Pestiziden als in schlechtem Zustand eingestuft wurden, auf der Grundlage von INPOND als in gutem Zustand eingestuft – alle diese SKG waren mit dem Insektizid Chlorpyrifos belastet, welches in Deutschland im Untersuchungszeitraum nicht mehr für die Anwendung zugelassen war. Da INPOND die tatsächliche Struktur der Organismengemeinschaft abbildet, kann es bei der Bewertung auf Grundlage direkter Auswirkungen zu einer Unterschätzung des tatsächlichen Risikos von PSM für Lebensgemeinschaften kommen, wenn bestimmte Substanzen vorhanden sind, an die sich die Gemeinschaften beispielsweise aufgrund ihres langfristigen Vorkommens in der Umwelt bereits angepasst haben (Trau et al. 2023). Dies unterstreicht die Bedeutung von ganzheitlichen Bewertungsansätzen, die sowohl die strukturelle (direkte PSM-Wirkungen) als auch funktionelle (indirekte PSM-Wirkungen) Vielfalt von Organismen berücksichtigt, um die tatsächlichen Auswirkungen landwirtschaftlicher Nutzung auf die Umwelt darzustellen.

Referenzen

- Liebmann, L; Schreiner, VC.; Vormeier, P; Weisner, O; Liess, M (2024): Combined effects of herbicides and insecticides reduce biomass of sensitive aquatic invertebrates. In *Science of the Total Environment* 946, p. 174343. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174343>.
- Lorenz, Stefan; Trau, Fee Nanett; Ruf, Lena C.; Meinikmann, Karin; Fisch, Kathrin; Stähler, Matthias et al. (2025): Pesticide contamination of small standing water bodies in the agricultural landscape of northeast Germany. In *Science of the Total Environment* 975, p. 179250. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179250>.
- Meinikmann, K; Strassemeyer, J; Lorenz, S (2021): Konzept für ein Biodiversitätsmonitoring in Kleingewässern der Agrarlandschaft in Deutschland. *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* 216. <https://doi.org/10.5073/20211216-081403>.
- Ruf, LC.; Meinikmann, K; Trau, FN; Lorenz, S (2024): Biodiversitätsmonitoring in Kleingewässern der Agrarlandschaft Deutschlands: Erste Anwendung und Statusbericht. *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* 230. <https://doi.org/10.5073/20241120-080923-0>.
- Ruf, LC, Lorenz S, Trau FN (2026): The unseen threat: indirect pesticide effects are key to realistic ecological assessments of standing small water bodies. *Hydrobiologia*, accepted. <https://doi.org/10.1007/s10750-025-06099-3>.
- Sánchez-Bayo, F; Wyckhuys, KAG (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. In *Biological conservation* 232, pp. 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>.
- Sprague, JB (1970): Measurement of pollutant toxicity to fish. II. Utilizing and applying bioassay results. In *Water Research* 4 (1), pp. 3–32. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(70\)90018-7](https://doi.org/10.1016/0043-1354(70)90018-7).
- Trau, FN; Fisch, K; Lorenz, S (2023): Habitat type strongly influences the structural benthic invertebrate community composition in a landscape characterized by ubiquitous, long-term occurrences of agricultural stress. In *Inland Waters*, pp. 1–45. <https://doi.org/10.1080/20442041.2023.2242084>.
- Wick, A; Bänsch-Baltruschat, B; Keller, M; Scharmüller, A; Schäfer, R; Foit, K et al. (2019): Umsetzung des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pestiziden. Teil 2: Konzeption eines repräsentativen Monitorings zur Belastung von Kleingewässern in der Agrarlandschaft. Abschlussbericht. Umweltbundesamt, Texte 08/2019, ISSN 1862-4804 (2019).

Alle Beiträge des NAP-Jahresberichts 2025 sind abrufbar unter www.nap-pflanzenschutz.de

Redaktion: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Geschäftsstelle Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz

Kontakt: nap-pflanzenschutz@ble.de. Stand: März 2026