



Mitteilungen der Fachgruppe

Umweltchemie und Ökotoxikologie

Gesellschaft Deutscher Chemiker

- Biomonitoring of PFAS
- Insektizide in Schweizer Fliessgewässern
- Fische und Antidepressiva
- Risikobewertung im Rahmen der „Central Zone Guidance“
- Umweltchemie in Deutschland
- Kurz vorgestellt: AG Bodenkunde und Bodenressourcen (RUB) sowie UMW Umweltmonitoring
- Bericht von der „Umwelt 2025“
- Tagungen, Kurznachrichten und Personalia



4/2025

31. Jahrgang, Dezember 2025 ISSN 1618-3258

Impressum

Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie

Herausgegeben von der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der Gesellschaft Deutscher Chemiker
www.gdch.de/umweltchemie

Redaktion:

Prof. Dr. Dr. Klaus Fischer
Analytische und Ökologische Chemie
FB VI –Raum- und Umweltwissenschaften–
Universität Trier
Campus II, Behringstr. 21, D-54296 Trier
Tel. und Fax: 0651/ 201-3617
Sekretariat: 0651/ 201-2243
E-Mail: fischerk@uni-trier.de

Abkürzung:

Mitt Umweltchem Ökotox

Design/ Technische Umsetzung:

Dr. Matthias Kudra, Universität Leipzig
E-Mail: kudra@uni-leipzig.de

ISSN: 1618-3258

Das vorliegende Heft der Mitteilungen wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Herausgeber, Autoren und Redakteure für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Titelbild:

Verleihung des Paul Crutzen-Preises 2025 an Anna Magdalena Röhnhelt (Quelle: Umweltbundesamt, Susanne Kambor)

Editorial

106 Editorial

Originalbeiträge

- 107 **V. Mueller et al.:** Biomonitoring of PFAS Using Animals and Lichens – A Short Overview of Approaches, Findings, and Perspectives
- 112 **S. Barth, T. Doppler:** Insektizide in Schweizer Fließgewässern
- 118 **K. Brotzmann et al.:** Fische und Antidepressiva: Neurotoxische Effekte bei Embryonen des Zebrafärblings (*Danio rerio*) nach Belastung mit Venlafaxin
- 123 **G. Ernst:** Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln für Bodenorganismen im Rahmen der neuen „Central Zone Guidance“
- 126 **G. Lammel, I. Ivančev-Tumbas:** Umweltchemie in Studiengängen in Deutschland

Kurz vorgestellt

- 131 Arbeitsgruppe Bodenkunde und Bodenressourcen am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum (RUB)
- 133 UMW Umweltmonitoring

Aus der Fachgruppe

- 135 Bericht aus dem Vorstand
- 135 Das war die „Umwelt 2025“
- 137 Rückblick junges Umweltforum 2025
- 138 Protokoll der Mitgliederversammlung am 23.09. 2025
- 139 Konstituierendes Treffen des Editorial Boards der FG-Mitteilungen

Informationen

Tagungen

- 140 59. Essener Tagung der Wasserwirtschaft, 4.-6.03.2026, Essen
- 140 SETAC Europe 36th Annual Meeting, 17.-21.05.2026, Maastricht, Niederlande
- 140 YoMos Workshop 2026, 25.-29.05.2026, Sylt
- 140 14th Micropol and Ecohazard Conference, 30 May 2026 - 03 Jun 2026, Toronto, CN

Kurznachrichten

- 141 The State of the World's Chemical Pollution
- 141 EEB: 'Forever Chemicals' poisoning Europe's waters and fish
- 141 Trinkwassertest von BUND-Aktiven weisen PFAS in 42 von 46 Stichproben nach
- 142 Umweltinstitut München e.V.: PFAS und Pestizide – faule Kompromisse beim EU-Gewässerschutz
- 143 Massive Zunahme von Pestizidexporten aus der EU
- 143 Veröffentlichung: Pflanzenschutzmittel verändern das Verhalten von Nicht-Zielorganismen
- 143 UBA-Texte 144/2025: Risikomanagement für Pflanzenschutzmittel
- 144 Wie Mikroplastik die Flussökologie verändert
- 144 Kinder laut Metastudie akut durch Plastik gefährdet
- 144 Gefährliche Chemikalien weiterhin in Sheinkleidung
- 145 UBA-Texte 145/2025: ChemSelect: Das Bewertungskonzept
- 145 Forschungsvorhaben bewilligt: AI for Chemical Risk Prediction in Aquatic Environments
- 145 Reformation of science publishing: the Stockholm Declaration
- 146 Tunesien: Kampf gegen alte Chemiefabriken
- 146 PIK-Bericht: Sieben Belastungsgrenzen des Planeten Erde sind überschritten

Personalia

- 148 Eintritte in die FG vom 26.08 bis 24.11.2025
- 148 Geburtstage 1. Quartal 2026

Nachwort

- 149 Nachwort von K. Fischer und M. Kudra

Liebe Mitglieder der Fachgruppe „Umweltchemie und Ökotoxikologie“,

der Vorstand der Fachgruppe hat dieses Jahr einige Weichen für die Zukunft gestellt. Das größte Projekt war sicherlich die Neuorganisation der Fachgruppen-Mitteilungen, da Klaus Fischer und Matthias Kudra die Redaktion nach fast 20 Jahren in neue Hände geben möchten. Um diesen Wechsel möglichst im Sinne der Fachgruppe zu gestalten, haben wir im Sommer eine Befragung der Mitglieder durchgeführt (siehe Bericht in Mitteilungen 03/25). Das Ergebnis der vielen Diskussionen ist die Einrichtung eines Editorial Boards, das ab der März-Ausgabe 2026 das Ruder übernehmen wird. Mehr Informationen dazu finden Sie in einem kurzen Artikel in diesem Heft.

Ein weiteres wichtiges Diskussionsthema war, wie man die Arbeit der Fachgruppe bekannter machen kann, um die Vernetzung zu stärken und neue Mitglieder zu gewinnen. Der Vorstand hat hier über ein Vortragsangebot für die GDCh-Ortsverbände zu Themen der Fachgruppe nachgedacht, ähnlich wie die Fresenius Lectureship der Fachgruppe Analytische Chemie. Die Überlegungen befinden sich allerdings noch in den Anfängen.

Auch im Postgradualstudiengang Fachökotoxikologie gibt es Umbrüche. Das gemeinsam mit dem SETAC GLB organisierte Programm verzeichnet weiterhin stabile Teilnehmerzahlen. Da mehrere Kurse jedoch aus verschiedenen Gründen bis 2027 auslaufen werden, arbeitet das PGS-Gremium an einer inhaltlichen und personellen Neuaufstellung des Programms. Auf der Jahrestagung in Dessau-Roßlau wurde dazu intensiv diskutiert. Doch nicht nur Zukunftsplanungen standen auf den Tagesordnungen der Sitzungen, es wurde auch ganz konkret organisiert:

Das jUCÖT setzte seine erfolgreiche Nachwuchsarbeit fort. Hervorzuheben ist der Perspektiventag 2025 bei der Hydrotox GmbH in Freiburg – der mittlerweile neunte seiner Art. Ziel bleibt die Vernetzung und berufliche Orientierung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Über den monatlichen internen Newsletter und die LinkedIn-Präsenz wird der Austausch kontinuierlich gefördert. Auch das JUF fand wieder im Vorfeld der Jahrestagung statt. Einen Bericht dazu finden Sie in diesem Heft.

Im europäischen Kontext fand die ICCE-Tagung im Juni in Belgrad statt. Zudem beteiligte sich die Fachgruppe an der Umfrage zur Repräsentation der Umweltchemie in BSc- und MSc-Programmen.

Die Arbeitskreise leisteten einen wesentlichen Beitrag zur inhaltlichen Arbeit der Fachgruppe:

- Der AK Atmosphärenchemie behandelte das Thema Wasserstoffwirtschaft und plant dieses Jahr noch einen Austausch zu Mikroplastik in der Atmosphäre.

- Der AK Boden diskutiert derzeit mit den AK-Mitgliedern über neue Themen, die im AK behandelt werden können.
- Der AK Chemikalienbewertung organisierte Sitzungen zu „Essential Use“, sozioökonomischen Analysen und endokrinen Disruptoren; das nächste Treffen wird in hybrider Form im November stattfinden.
- Der AK Umweltmonitoring erreichte mit 90 Teilnehmenden einen Rekord, als das Thema „Monitoring von (Industrie-) Abwasser: Praxis und Perspektiven in Deutschland, Österreich und der Schweiz“ auf der Tagesordnung stand.

Die Jahrestagung „Umwelt 2025“ fand mit über 200 Teilnehmenden im Umweltbundesamt in Dessau-Roßlau statt. Wir haben uns sehr gefreut, dass so viele Fachgruppen-Mitglieder vor Ort dabei und die Themen der Fachgruppe und der Arbeitskreise gut vertreten waren. Auch die gut besuchte Mitgliederversammlung im Rahmen der Tagung hat Spaß gemacht. Einen ausführlicheren Bericht und das Protokoll der Versammlung finden Sie in diesem Heft.

2026 wird die Jahrestagung vom 02. bis 04.09.2026 in Essen stattfinden, das Junge Umweltforum ist derzeit für den 02.09. geplant, ebenfalls in Essen. Merken Sie sich die Termine gerne schon einmal vor! Falls Sie Interesse haben, Mitglied des wissenschaftlichen Komitees zu werden, kontaktieren Sie uns bitte. Wir würden uns freuen, wenn wir wieder so viele Fachgruppen-Mitglieder dort treffen würden.

Ihr Fachgruppen- und jUCÖT-Vorstand



Biomonitoring of PFAS Using Animals and Lichens – A Short Overview of Approaches, Findings, and Perspectives

Viktoria Mueller (Viktoria.Mueller@hutton.ac.uk)^{1,2}, Martin Grube (martin.grube@uni-graz.at)³,
Wolfgang Schöner (wolfgang.schoener@uni-graz.at)⁴, Jörg Feldmann (joerg.feldmann@uni-graz.at)¹

¹ University of Graz, Institute of Analytical Chemistry, Graz, Austria

² The James Hutton Institute, Aberdeen, Scotland, U.K.

³ University of Graz, Institute of Biology, Graz, Austria

⁴ University of Graz, Institute of Geography, Graz, Austria

Abstract

Per – and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are emerging contaminants, detected globally. Due to their persistent nature, concerns about their presence in the environment has been raised. Biomonitoring provides valuable insight into PFAS exposure, distribution and bioaccumulation. Wild boars, honey bees or lichens serve as effective bioindicators, reflecting local contamination sources and atmospheric pathways. However, most analysis monitor only a limited number of PFAS species. Advances in analytical techniques, such as sum parameters and element specific detectors allow broader detection of PFAS. Integrating biomonitoring with advanced analytical techniques enhances our knowledge and understanding on PFAS distribution, transformation and exposure, especially in total areas to detect background contamination as well as supporting improved environmental and health management.

Background

Large-scale production and application of per – and polyfluoroalkyl substances (PFAS) have become a globally present contaminant. Their exceptional physical and chemical stability originating from the high C-F bond energy and diverse functional groups makes them persistent in the environment (1, 2). To date, the International Stockholm Convention has regulated several PFAS such as perfluorooctanesulfonic acid (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA), perfluorohexanesulfonic acid (PFHxS), and long chain (C₉-C₁₄) perfluorocarboxylic acids are now persistent organic pollutant candidates. Moreover PFBS and GenX are considered as substances of very high concern. (3-8). Despite these measures, PFAS remain widespread due to historical use, resistance to degradation and precursor transformation (9). PFAS biomagnification through the food web (10-12), underlines the need for continuous monitoring. Biomonitoring provides an excellent strategy to assess the emission of legacy (perfluorocarboxylic – and sulfonic acids, PFCA and PFSA) as well as emerging PFAS (13).

Biomonitoring

Biomonitoring are living organisms (plants, animals, etc.), or biological samples (blood, organs etc.) that are used to assess and quantify pollution levels and ecosystem health (14). A practical biomonitor should be widespread, ecologically relevant, well characterised biologically and regularly exposed to environmental media of interest (14). For terrestrial

biomonitoring the commonly used matrices include mammals, invertebrates or lichens.

Wild boar (*Sus scrofa*) liver is a valuable bioindicator due to their omnivorous diet, their widespread distribution, and their high place in the trophic level (15), placing wild boars near the top of the food chain. As polar PFAS, which are mostly analysed, bind to protein (16), rather than lipids, livers are highly suitable matrix for biomonitoring, allowing insight into PFAS originating from biota and soil (17-22). Indeed, studies found that PFAS pattern in wild boars are site-specific and related to the local contamination source (20-22). PFOS, which is usually the most dominant PFAS in biological samples, was found to make up 86 % of $\Sigma c(\text{PFAS}_{\text{Target}})$ determined in wild boars from a contaminated area close to the Rhine-Ruhr area in Germany (Felder et al., 2022) and 66 % to $\Sigma c(\text{PFAS}_{\text{Target}})$ in wild boars from an area with background contamination (Rupp et al., 2023). In contrast, in boar livers from Bohemian Forest National Park, PFOS contributed only 30 % to $\Sigma c(\text{PFAS}_{\text{Target}})$. Moreover, PFOA and PFNA concentrations (figure 1) were an order of magnitude higher compared to other samples from areas with background PFAS contamination (21). These suggest the influence of a nearby contamination source. Indeed, a nearby fluoropolymer manufacturing company Dyneon GmbH (23) reported PFAS contamination through air and wastewater between 1968 and 2008 with contamination being present even after the production ceased. The elevated PFAS observed in the wild boar can be also linked to this, making it unsafe for human consumption (24).

Honey bees (*Apis mellifera*) are emerging biomonitor, because they collect pollutants such as PFAS through air, water, soil dust, and plants during foraging. Although individual bees are vulnerable to pollution, colonies are resilient and accumulate or respond to stressors without collapsing (25). Furthermore, they provide different non-invasive sampling matrices (bees, honey, pollen or propolis) that reflect on environmental contamination patterns. Similarly to the wild boars, a site specific PFAS profile was observed in honey bees, influenced by not only local contamination source, but seasonal variations, including bloom timing and rainfall as well (figure 2) (26), thus making data interpretation challenging. Due to their small foraging area (2-3 km) and short lifetime (4-6 weeks), honey bees are well-suited for pointing towards local PFAS

point sources, allowing high time and spatial resolution and monitoring acute, short term and seasonal changes in contaminants, which reflects on more recent exposure as opposed to years of accumulation.

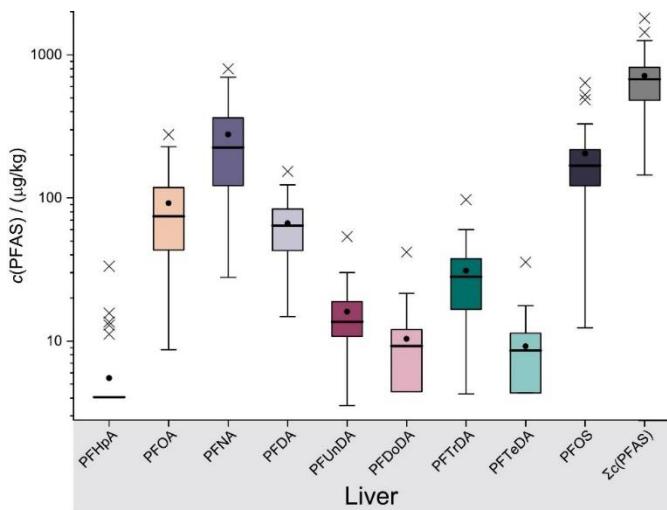


Figure 1: PFAS profile in wild boar livers from Bohemian Forest National Park. Source: (22)

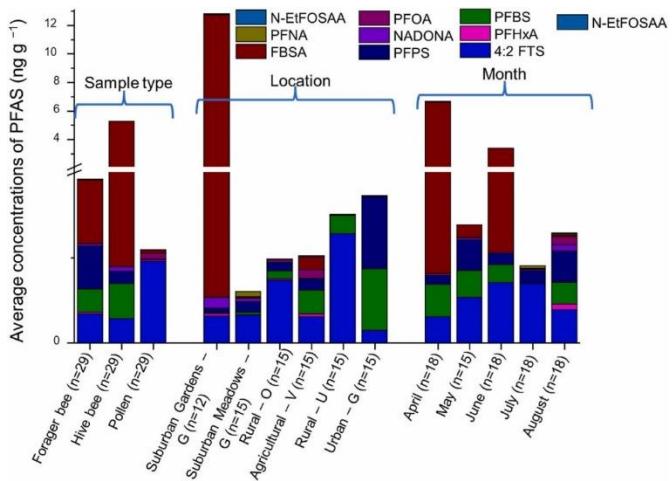


Figure 2: Average PFAS concentrations found in the samples. The graphs are grouped by sample type, location and month. Source: (26)

Lichens are symbiotic associations between fungi and algae or bacteria (27, 28). As lichens absorb components from air directly, thus reflecting the direct input from the atmosphere, they are established air pollution biomonitoring. Lichens from the Arctic contained PFAS with the PFAS profile dominated by the odd carbon chain lengths ($C_8 < C_9$ and $C_{12} < C_{13}$, $C_{10} < C_{11}$), representing the direct input from the atmosphere (12), while those from the Antarctica showed no detectable PFAS, possibly due to reduced particulate transport and ionic nature of PFAS (29). Preliminary analysis on *Umbilicaria spp.* and genus *Stereocaulon arenarium* lichen from East Greenland (Ammassalik Island) by us, showed the presence of only PFOA, PFOS and PFHxS, and no odd chain PFCA, at higher concentrations than what was reported before (12) (figure 3),

confirming atmospheric PFAS deposition even in remote regions.

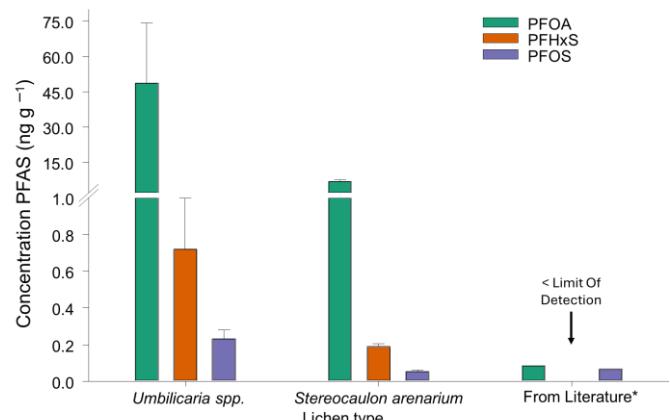


Figure 3: Preliminary data on PFAS concentration found in two different lichen type from the Arctic, and the observed PFAS concentrations compared to the literature values. *Ref. 12.

Emerging techniques for PFAS monitoring

PFAS measurement is analytically challenging due to their lack of chromophores, water solubility, low volatility and excessive presence in consumables, chemicals and instruments (30). Currently, liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) is the standard analytical technique, suitable for a wide range of matrices and offering very low detection limits (ppt range). However, with this approach, only those PFAS that are easily ionisable and have standards available for can be analysed, which often excludes the numerous precursor PFAS.

Sum parameter methods

Sum parameters, such as total oxidizable precursor (TOP) assay, adsorbable organofluorine (AOF) or extractable organofluorine (EOF), allows bulk quantification of PFAS without requiring (new) individual standards. TOP assay oxidises precursor PFAS into perfluoroalkyl acids (PFAA), which can be easily targeted with standard LC-MS/MS approach, estimating the amount of oxidisable PFAS content present in the samples (9). EOF quantifies all organofluorines which can be extracted with a given organic solvent [usually methanol, although others can be used as well (31)] after combustion at high temperature, while AOF is suitable for organofluorines that can be adsorbed onto activated carbon (also hydrophobic ones) (32). Combined together with LC-MS/MS, these approaches reveal hidden PFAS burden. For example, in wild boar livers from the Bohemian Forest, targeted analysis accounted for a max. 33% of the EOF. Even after TOP assay, during which a wide range of PFAA formed (21, 22), unidentified organofluorine still remained (figure 4). This highlights the need to use different instrumentation to successfully close the fluorine mass balance.

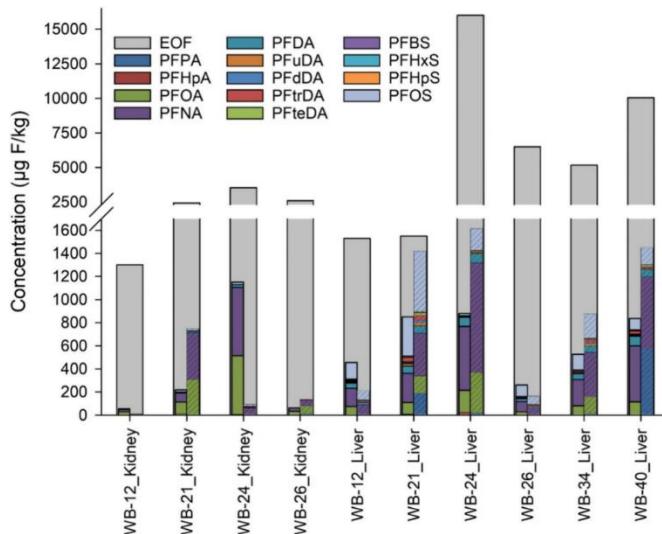


Figure 4: Concentration of target PFAS species in selected livers and kidneys before dTOPA (solid colours on the left) and after dTOPA (striped on the right), as well as the EOF (grey at the background) content. All concentration is expressed as $\mu\text{g F/kg}$. Source: Ref. 22.

Alternative ionisation and chromatography

To detect PFAS that are non-ionisable with normal electrospray ionisation, alternative sources, such as atmospheric pressure chemical ionisation and photoionisation (APCI and APPI) (33) and microplasma sources, such as atmospheric pressure glow discharge [APGD (34)] can be used. These methods cover less polar e.g. telomeralcohols, partially fluorinated or aromatic organofluorine species, side chain fluoropolymers and fluoroalkanes. Gas chromatography (GC)-MS can further identify volatile and hydrophobic species. It works similarly to LC methods and still relies on structural information and available standards and databases. The analytical problem is that although more than 12 000 PFAS exist and only about 100 can reliably be determined with current analytical techniques based on molecular mass spectrometry (35).

Element specific detection

Element specific detectors such as atomic emission (AED), inductively coupled plasma (ICP) coupled to mass analysers or ^{19}F nuclear magnetic resonance (NMR) can detect fluorine, and help closing the mass balance. AED monitors fluorine emission at 690 nm wavelength (36), while ICP-MS/MS measures fluorine indirectly as $^{138}\text{Ba}^{19}\text{F}^+$ at m/z 157 (37). Recently, as interest in PFAS content increased, the need to develop new instruments and methodologies arose. Raab et al. (38) revisited negative ion ICPMS using a modern commercial ICP-MS with few modifications to test whether fluorine detection with reasonable sensitivity would be possible. These techniques can be coupled to chromatographic separation techniques, allow not only the detection of total organic fluorine, but also speciation, although for identification, standards and molecular information are still needed. The simultaneous use of ICP-MS and LC high resolution MS provides a reliable, species independent quantification (39, 40) as the ICP-MS

enables the fluorine quantification, while LC-MS delivers complementary molecular identification and accurate mass.

^{19}F NMR allows the identification of total organofluorine in the samples as well as offers structural information through the chemical shifts, leading to the identification and quantification of both known and unknown organofluorines (41). A significant drawback to all of these techniques is the high detection limit, which remain a major challenge due to high background contamination, the often-low level of PFAS in the samples and low instrumental sensitivity to fluorine. Therefore, the continuous refinement of these element specific detection techniques is crucial for real world environmental application.

Conclusion

Biomonitoring using several types of organisms is indispensable for getting a more comprehensive picture of PFAS exposure and tracing contamination pathways. However, harmonised sampling and analytical protocols, as well as international collaborations are needed to translate biomonitoring results into effective environmental management and public-health protection. Conventional LC-MS/MS analysis targets only a subset of the total organofluorine burden. Incorporating advanced techniques like sum parameters or element specific detection is essential to capture the unknown organofluorine fraction and close the mass balance. The combination of biomonitoring and advanced analytical approaches strengthens PFAS monitoring and improves risk assessment. Continued international collaborations and method development are key to mitigate PFAS pollution and protect environmental and public health.

Acknowledgement

The authors would like to express sincere gratitude to Till Schröder, Marc Prehs, Jan Borovička, Raquel Gonzalez de Vega, Andrew Kindness, Eileen Prieler, Robert Brodschneider, and Andrea Raab, whose previous publications have significantly contributed to the development of this review. Their previously published works have been thoroughly cited and referenced throughout this manuscript, and their contributions have been invaluable in shaping the insights presented here.

References

- (1) Buck, R. C., Franklin, J., Berger, U., Conder, J. M., Cousins, I. J., de Voogt, P., Jensen, A. A., Kannan, K., Mabury, S. A., van Leeuwen, S. P. J. (2011). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: Terminology, classification, and origins. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 7, 513–541.
- (2) Kiss, E. (2001). *Fluorinated Surfactants and Repellents* (2nd ed.). New York: Marcel Dekker.
- (3) United Nations Environment Programme (UNEP). (2009). SC-4/17: Listing of perfluoroctane sulfonic acid (PFOS), its salts and per-fluoroctane sulfonylfluoride (PFOSF) in Annex B of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants.

- (4) UNEP. (2019). SC-9/12 List perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related compounds in Annex A to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants with specific exemptions
- (5) Commission Delegated Regulation (EU) 2023/.. of 30 May 2023 amending Annex I to Regulation (EU) 2019/1021 of the European Parliament and of the Council as regards the listing of perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related compounds.
- (6) Commission Regulation (EU) 2024/2462 of 19 September 2024 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council as regards undecafluorohexanoic acid (PFHxA), its salts and PFHxA-related substances
- (7) Commission Regulation (EU) 2021/1297 of 4 August 2021 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council as regards perfluorocarboxylic acids containing 9 to 14 carbon atoms in the chain (C₉-C₁₄ PFCAs), their salts and C₉-C₁₄ PFCA-related substances
- (8) European Chemicals Agency ECHA/01/2020: Inclusion of substances of very high concern in the Candidate List for eventual inclusion in Annex XIV.
- (9) Houtz, E. F., Sedlak, D. L. (2012). Oxidative conversion as a means of detecting precursors to perfluoroalkyl acids in urban runoff. *Environmental Science & Technology*, 46, 9342-9349.
- (10) Giesy, J.P., Kannan, K. (2001). Global distribution of perfluorooctane sulfonate in wildlife. *Environmental Science & Technology*, 35, 1339–1342.
- (11) Guckert, M., Rupp, J., Nürenberg, G., Nödler, K., Koschorreck, J., Berger, U., Drost, W., Siebert, U., Wibbelt, G., Reemtsma, T. (2023). Differences in the internal PFAS patterns of herbivores, omnivores and carnivores - lessons learned from target screening and the total oxidizable precursor assay. *Science of The Total Environment*, 875, 162361.
- (12) Müller, C.E., De Silva, A.O., Small, J., Williamson, M., Wang, X., Morris, A., Katz, S., Gamberg, M., Muir, D.C.G. (2011). Biomagnification of perfluorinated compounds in a remote terrestrial food chain: Lichen-Caribou-Wolf. *Environmental Science & Technology*, 45, 8665–8673.
- (13) Herzke, D., Nikiforov, V., Yeung, L.W.Y., Moe, B., Routti, H., Nygård, T., Gabrielsen, G.W., Hanssen, L. (2023). Targeted PFAS analyses and extractable organofluorine – enhancing our understanding of the presence of unknown PFAS in Norwegian wildlife. *Environment International*, 171, 107640.
- (14) Markert, B. (2007). Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 21, 78-91.
- (15) Garza, S. J., Tabak, M. A., Miller, R. S., Farnsworth, M. L., Burdett, C. L. (2018). Abiotic and biotic influences on home-range size of wild pigs (*Sus scrofa*). *Journal of Mammalogy*, 99, 97–107
- (16) Vanden Heuvel, J. P., Kuslikis, B. I., & Peterson, R. E. (1992). Covalent binding of perfluorinated fatty acids to proteins in the plasma, liver and testes of rats. *Chimico-Biological Interactions*, 82, 317-328.
- (17) González-Gómez, X., Cambeiro-Pérez, N., Figueiredo-González, M., Martínez-Carballo, E. (2021). Wild boar (*Sus scrofa*) as bioindicator for environmental exposure to organic pollutants. *Chemosphere*, 268, 128848.
- (18) Kowalczyk, J., Numata, J., Zimmermann, B., Klinger, R., Habedank, F., Just, P., Schafft, H., Lahrssen-Wiederholt, M. (2018). Suitability of wild boar (*Sus scrofa*) as a bio-indicator for environmental pollution with perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctanesulfonic acid (PFOS). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 75, 594–606.
- (19) Stahl, T., Falk, S., Failing, K., Berger, J., Georgii, S., Brunn, H. (2012). Perfluorooctanoic acid and perfluorooctane sulfonate in liver and muscle tissue from wild boar (*Sus scrofa*) in Hesse, Germany. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 62, 696–703.
- (20) Felder, C., Trompeter, L., Skutlarek, D., Färber, H., Mutters, N. T., Heinemann, C. (2023). Exposure of a single wild boar population in North Rhine-Westphalia (Germany) to per- and polyfluoroalkyl acids. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 15575–15584
- (21) Rupp, J., Guckert, M., Berger, U., Drost, W., Mader, A., Nödler, K., Nürenberg, G., Schulze, J., Söhlmann, R., Reemtsma, T. (2023). Comprehensive target analysis and TOP assay of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in wild boar livers indicate contamination hot-spots in the environment. *Science of the Total Environment*, 871, 162028.
- (22) Schröder, T., Müller, V., Preihs, M., Borovička, J., González de Vega, R., Kindness, A., Feldmann, J. (2024). Fluorine mass balance analysis in wild boar organs from the Bohemian Forest National Park. *Science of the Total Environment*, 922, 171187.
- (23) Dyneon GmbH. Detailuntersuchung der PFOA-Belastungen in Boden und Grundwasser im Bereich Gendorf: Abschlussbericht (Bericht Nr. 9, Projekt Nr. 0115238) Posted: 2018
- (24) European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2020). Scientific Opinion on the risk to human health related to the presence of per- and polyfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal*, 18(9), 6223.
- (25) Cunningham, M. M., Tran, L., McKee, C. G., Ortega Polo, R., Newman, T., Lansing, L., Griffiths, J. S., Bilodeau, G. J., Rott, M., Guarna, M. M. (2022). Honey bees as bio-monitors of environmental contaminants, pathogens, and climate change. *Ecological Indicators*, 134, 108457.
- (26) Müller, V., Feldmann, J., Prieler, E., Brodschneider, R. (2025). PFAS in the buzz: Seasonal biomonitoring with honey bees (*Apis mellifera*) and bee-collected pollen. *Environmental Pollution*, 382, 126750.

- (27) Nash, T.H., 2008. Lichen Biology, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- (28) Thakur, M., Bhardwaj, S., Kumar, V., Rodrigo-Comino, J. (2024). Lichens as effective bioindicators for monitoring environmental changes: A comprehensive review. *Total Environment Advances*, 9, 200085.
- (29) Wild, S., McLagan, D., Schlabach, M., Bossi, R., Hawker, D., Cropp, R., King, C. K., Stark, J. S., Mondon, J., Bengtson Nash, S. (2015). An Antarctic research station as a source of brominated and perfluorinated persistent organic pollutants to the local environment. *Environmental Science & Technology*, 49, 103–112.
- (30) Nxumalo, T., Akhdhar, A., Müller, V., Simon, F., von der Au, M., Cossmer, A., Pfeifer, J., Krupp, E. M., Meermann, B., Kindness, A., Feldmann, J. (2023). EOF and target PFAS analysis in surface waters affected by sewage-treatment effluents in Berlin, Germany. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 415, 1195-1204.
- (31) Müller, V., Andrade Costa, L. C., Rondan, F. S., Matic, E., Mesko, M. F., Kindness, A., Feldmann, J. (2023). Per and polyfluoroalkylated substances (PFAS) target and EOF analyses in ski wax, snowmelts, and soil from skiing areas. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 25, 1926-1936.
- (32) Kärrman, A., Yeung, L. W. Y., Spaan, K. M., Lange, F. T., Nguyen, M. A., Plassmann, M., de Wit, C. A., Scheurer, M., Awad, R., Benskin, J. P. (2021). Can determination of extractable organofluorine (EOF) be standardized? First interlaboratory comparisons of EOF and fluorine mass balance in sludge and water matrices. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 23, 1458-1465.
- (33) Ogunbiyi, O. D., Ajiboye, T. O., Omotola, E. O., Oladoye, P. O., Olanrewaju, C. A., Quinete, N. (2023). Analytical approaches for screening of per- and polyfluoroalkyl substances in food items: A review of recent advances and improvements. *Environmental Pollution*, 329, 121705.
- (34) Müller, V., Bleiner, D., Goodwin, J. V., Grebennikov, V., Marcus, R. K., Feldmann, J. (2025). Feasibility of closing the PFAS mass balance: exploring the potential of liquid sampling atmospheric pressure glow discharge (LS-APGD) with Orbitrap mass spectrometry for neutral PFAS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 40, 1700-1710
- (35) Brunn, H., Arnold, G., Körner, W., Rippen, G., Steinhäuser, K.G., Valentin, I (2023) PFAS: forever chemicals - persistent, bioaccumulative and mobile. Reviewing the status and the need for their phase out and remediation of contaminated sites. *Environmental Sciences Europe*, 35, 20.
- (36) Gonzalez de Vega, R., Plassmann, M., Clases, D., Zanger, K., Müller, V., Rosenberg, E., Reimann, A., Skedung, L., Benskin, J. P., Feldmann, J. (2024). A multi-platform approach for the comprehensive analysis of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and fluorine mass balance in commercial ski wax products. *Analytica Chimica Acta*, 1314, 342754.
- (37) Jamari, N.L.A., Dohmann, J.F., Raab, A., Krupp, E.M., Feldmann, J. (2017). Novel non-target analysis of fluorine compounds using ICPMS/MS and HPLC-ICPMS/MS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 32, 942-950.
- (38) Raab, A., Badiei, H., & Feldmann, J. (2025). How are negative ions in an ICPMS formed? *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 40(7), 1689-1699.
- (39) Heuckeroth, S., Nxumalo, T. N., Raab, A., Feldmann, J. (2021). Fluorine-specific detection using ICP-MS helps to identify PFAS degradation products in nontargeted analysis. *Analytical Chemistry*, 93(16), 6335 – 6341.
- (40) Feldmann, J., Hansen, H. R., Karlsson, T. M., Christensen, J. H. (2024). ICP-MS as a contributing tool to nontarget screening (NTS) analysis for environmental monitoring. *Environmental Science & Technology*, 58(29), 12755-12762.
- (41) Camdzic, D., Dickman, R. A., Joyce, A. S., Wallace, J. S., Ferguson, P. L., Aga, D. S. (2023). Quantitation of total PFAS including trifluoroacetic acid with Fluorine Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. *Analytical Chemistry*, 95(13), 5484–5488.

Dr. Viktoria Müller
Postdoctoral Researcher
TESLA – Analytical Chemistry
Institute of Chemistry
University of Graz
Universitätsplatz 1
8010 Graz, Austria
viktoria.mueller@uni-graz.at
Viktoria.Mueller@hutton.ac.uk

Insektizide in Schweizer Fliessgewässern

Sofia Barth (sofia.bARTH@vsa.ch), Tobias Doppler (tobias.doppler@vsa.ch)

Zusammenfassung. Insektizide aus der Gruppe der Pyrethroide und Fipronil belasten Schweizer Fliessgewässer. Die Ursachen und Eintragswege sind so vielfältig wie die zahlreichen Anwendungen dieser Insektizide.

Einleitung

Pyrethroide und das Phenylpyrazol Fipronil sind für Gewässerorganismen hochtoxische Insektizide. Sie werden in zahlreichen Anwendungen zum Schutz von Pflanzen (Pflanzenschutzmittel, PSM), zum Schutz von Menschen und Materialien (Biozide) oder in Tierarzneimitteln (TAM) eingesetzt. Bereits geringe Konzentrationen von je nach Wirkstoff 1.7 – 770 pg/l können bei Gewässerorganismen chronische Effekte verursachen (Oekotoxzentrum, 2025). Der Nachweis in diesen tiefen Konzentrationen ist analytisch jedoch herausfordernd. Deshalb bestehen vielerorts nach wie vor Wissenslücken über die Belastungssituation von Pyrethroiden in Gewässern.

Unter anderem besteht noch Klärungsbedarf darüber, welche Anwendungen als PSM, Biozid oder TAM zur Gewässerbelastung beitragen und über welche Wege die Insektizide aus diesen Anwendungen in die Gewässer gelangen. Während die durch den Einsatz als PSM verursachten Gewässerriesiken gut bekannt und anerkannt sind (Braun et al., 2015; Ia Cecilia et al., 2022), ist der Beitrag von Anwendungen als Biozid oder TAM zur Gewässerbelastung weniger gut belegt.

Um die Messung von hochtoxischen Insektiziden in risiko-relevanten Konzentrationen zu ermöglichen, wurde an der Eawag eine spezielle Analytik entwickelt, die sensitiv genug ist, um Pyrethroide und Fipronil in tiefen Konzentrationen nachzuweisen (Rösch et. al, 2019). Seither werden Pyrethroide mittels Spezialanalytik im regulären Fliessgewässermonitoring der Schweiz gemessen. Damit besteht eine 5-jährige Datenreihe über die Belastungssituation von Schweizer Fliessgewässern mit Pyrethroiden. Zudem liegen seit 2025 neben den seit längerem verfügbaren PSM-Verkaufsmengen auch erste Daten zu den Verkaufsmengen von Bioziden und Tierarzneimitteln vor.

Die Auswertung dieser Daten wurde im Oktober in zwei Artikeln publiziert (Barth et. al, 2025a; 2025b). In diesem Beitrag werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst, die über die Belastungssituation von Fliessgewässern mit Pyrethroiden und Fipronil, sowie der relevanten Anwendungen und Eintragswege in Gewässer gewonnen werden konnten.

Für die Auswertung wurden die Daten der Jahre 2019 bis 2023 aus der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA TREND MV) verwendet. Der Datensatz umfasst 24 Messstandorte, an denen die Belastung mit Pyrethroid-Insek-

tiziden mittels Spezial-Analytik erfasst wird (Abbildung 1). Seit 2021 wird außerdem auch Fipronil an diesen Standorten mittels Spezial-Analytik gemessen. Gemessen wird jeweils von März bis Oktober, lückenlos mittels kontinuierlicher Zweiwochenmischproben. Präsentiert werden nebst Fipronil Daten für jene Pyrethroide, bei denen für die Herleitung der Qualitätskriterien durch das Oekotoxzentrum eine umfassende Datenrecherche sowie eine externe Qualitätskontrolle durchgeführt werden konnte (robuste Qualitätskriterien). Dies sind: Cypermethrin, Deltamethrin, Permethrin und lambda-Cyhalothrin.

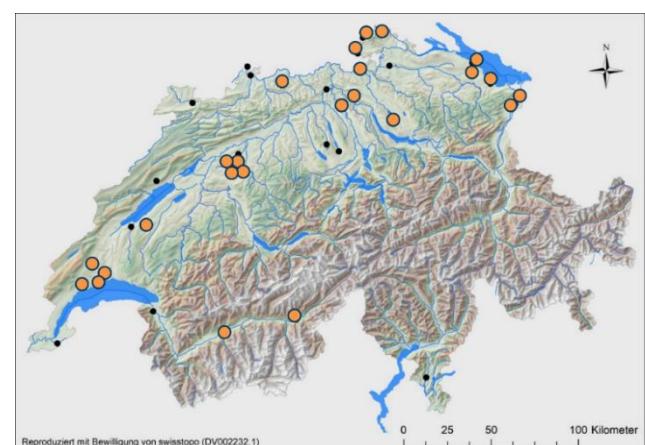


Abb.1: Karte der Messstandorte, an denen Pyrethroide und Fipronil mittels sensibler Analytik im Rahmen der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität für Mikroverunreinigungen (NAWA TREND MV) gemessen werden (orange Punkte)

Risikobewertung

Zur Ermittlung der Gewässerbelastung werden die Messwerte in Zweiwochenmischproben mit dem vom Oekotoxzentrum hergeleiteten chronischen Qualitätskriterium (CQK) (europäischer AA-EQS) verglichen (Oekotoxzentrum, 2025), wobei der Quotient aus Messwert und CQK das Risiko darstellt (Risikoquotient (RQ)) (Wittmer, 2024). Ein $RQ > 1$ bedeutet, dass eine Überschreitung des CQK vorliegt und ein Risiko für Wasserlebewesen besteht

Belastungssituation schweizweit

Die Insektizide Cypermethrin, Permethrin, Deltamethrin, lambda-Cyhalothrin und Fipronil gehören zu den Pestiziden, die ihre ökotoxikologischen Qualitätskriterien in Fliessgewässern am häufigsten überschreiten. So gab es zwischen 2022-2023 insgesamt 947 Überschreitungen des CQK in Zweiwochenmischproben von 93 untersuchten Pestiziden mit robustem CQK. 516 davon (54%) wurden durch die fünf hier vorgestellten Insektizide verursacht [(Fipronil (18%), Permethrin (11%), Cypermethrin (9%), Deltamethrin (2%), lambda-Cyhalothrin (15%))]. Am meisten Überschreitungen verursachte 2022 und 2023 Fipronil, welches erst seit 2021 mit

der sensitiveren Pyrethroid-Analytik gemessen wird. In einigen Gewässern überschritt Fipronil das CQK während der gesamten Messperiode von März bis Oktober. Auch bei den Pyrethroid-Insektiziden treten die Überschreitungen in zahlreichen Gewässern und verteilt über die gesamte Messperiode auf. Eine eindeutige Saisonalität ist dabei gesamthaft nicht erkennbar (Abbildung 2).

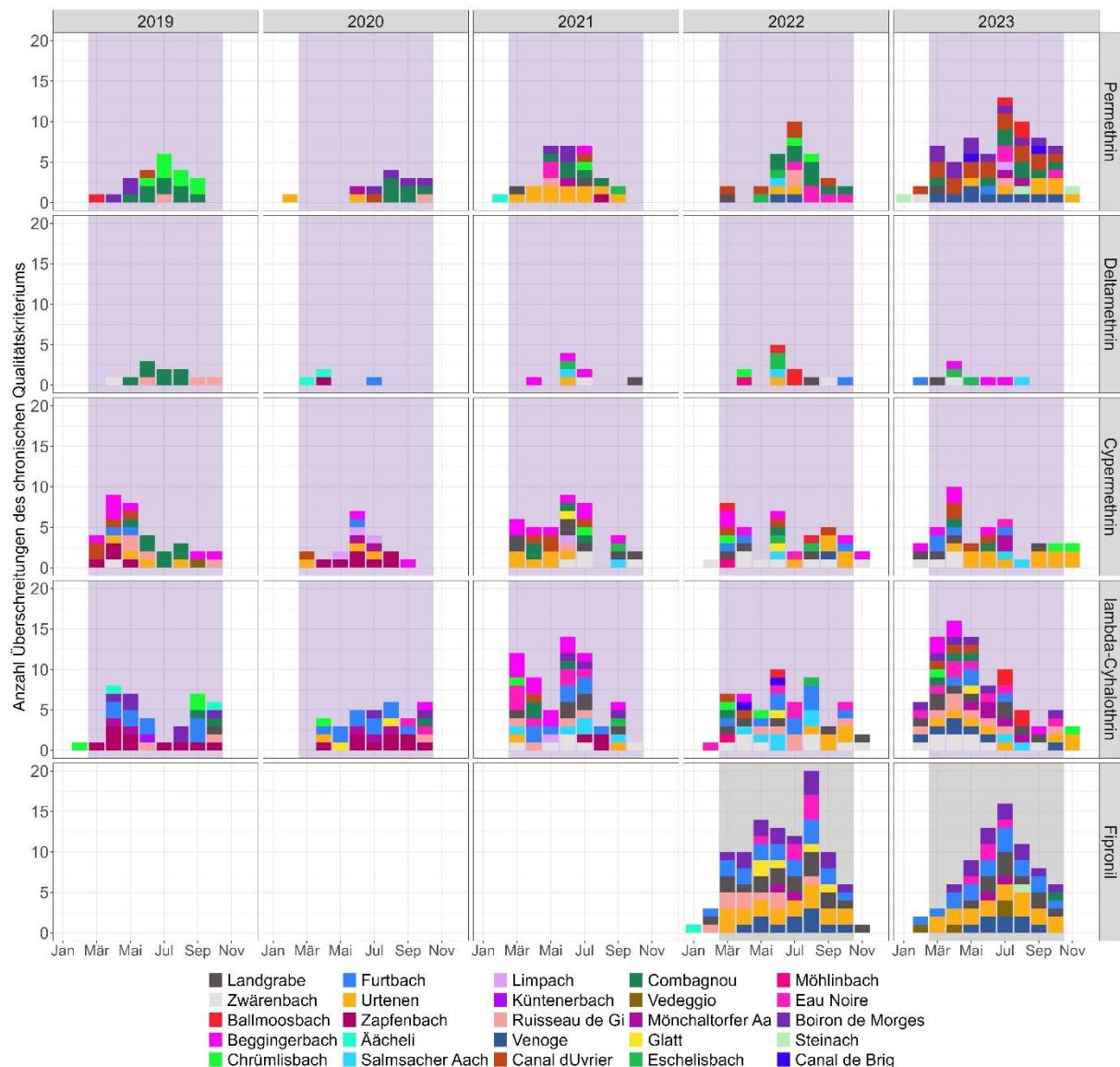


Abb. 2: Zeitpunkt der Überschreitungen des chronischen Qualitätskriteriums (CQK) in Zweiwochenmischproben pro Monat und Jahr. Die Überschreitung wurde dem Monat zugeordnet, in dem die Probenahme begonnen wurde. Die Balkenfarbe zeigt, in welchem Gewässer die Überschreitungen auftraten, die Hintergrundfarbe zeigt die Messperiode (März – Oktober) an. Für einige Gewässer liegen auch vereinzelte Messdaten ausserhalb der Messperiode vor.

Relevanz von Abwasserreinigungsanlagen als Eintragsweg

Um mehr darüber zu erfahren, wie und woher Fipronil und die Pyrethroid-Insektizide in die Fließgewässer gelangen, wurden die Messdaten noch detaillierter ausgewertet. Dabei ging es unter anderem um die Frage, wie wichtig Abwasserreinigungsanlagen (ARA) als Eintragsweg für diese Insektizide sind. Denn ARA können nicht alle im Abwasser enthaltenen Stoffe vollständig entfernen und können deshalb für gewisse Stoffe einen

wichtigen Eintragsweg in die Gewässer darstellen. Deshalb wurde untersucht, ob sich die Pyrethroid- bzw. Fipronil-Belastung zwischen Fließgewässern, die gereinigtes Abwasser aus einer ARA enthalten (ARA oberhalb) und Fließgewässern, die kein gereinigtes Abwasser enthalten (keine ARA oberhalb) unterscheidet. Dies war möglich, weil es sich bei 8 der 24 im Rahmen von NAWA TREND beprobten Fließgewässer um Gewässer mit ARA handelt und bei 16 um Gewässer ohne ARA. Die Resultate fallen dabei für die

Pyrethroid-Insektizide und für Fipronil unterschiedlich aus (Abbildung 3). Die Anzahl der Überschreitungen des CQK von Fipronil in Gewässern mit ARA war signifikant höher als in Gewässern ohne ARA (P -Wert < 0.0001). In Gewässern ohne ARA wurde Fipronil deutlich seltener und in tieferen Konzentrationen nachgewiesen; Befunde über dem CQK gibt es fast keine. Hingegen sind alle Gewässer mit ARA mit Fipronil in Konzentrationen über dem CQK belastet. Im Unterschied dazu belasten die Pyrethroid-Insektizide sowohl Gewässer mit als auch Gewässer ohne ARA und es gibt keine signifikanten

Unterschiede in der Anzahl der Überschreitungen. Diese Resultate werden auch durch eine Spezialmesskampagne an fünf Fließgewässern bestätigt, an denen sowohl Proben im ARA-Auslauf als auch im Fließgewässer entnommen wurden, um die Wirkstoffeinträge über die ARA zu quantifizieren (Schorr et al., 2025). Durch diese Messungen konnte bestätigt werden, dass Fipronil kontinuierlich über die ARA eingetragen wird, während bei den Pyrethroiden der Eintrag sowohl über die ARA als auch diffus aus dem Einzugsgebiet erfolgt.

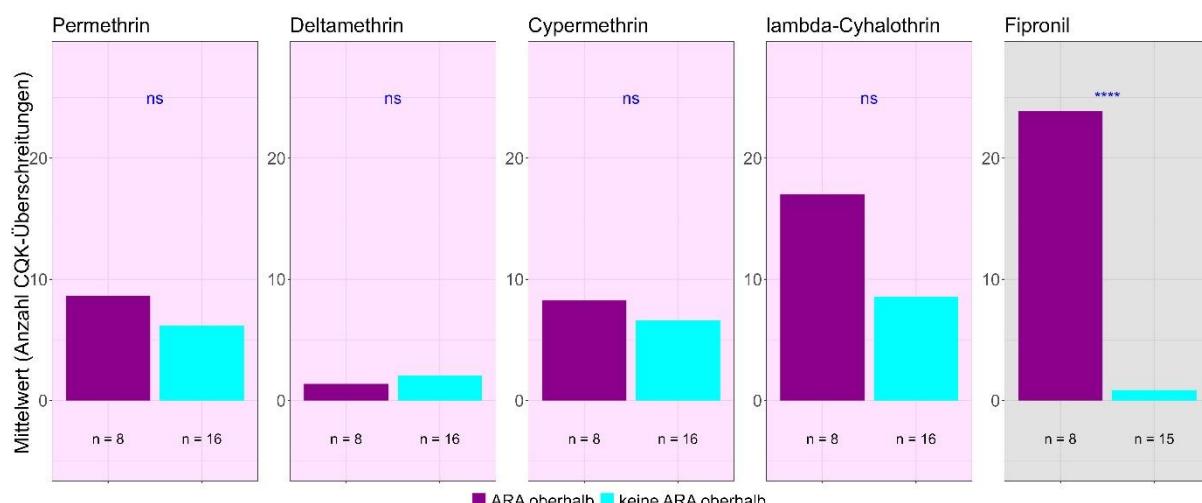


Abb. 3: Mittlere Anzahl Überschreitungen des chronischen Qualitätskriteriums (CQK) in Gewässern mit und ohne gereinigtes Abwasser aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA) pro Standort über 5 Jahre (2019-2023). n: Anzahl Gewässer. Hintergrundfarbe: Violett = Pyrethroid-Insektizide, Grau = Fipronil. Die Signifikanz wurde mit einem Permutationstest ermittelt (Anzahl Permutationen = 50'000). ns: nicht signifikant auf einem 5%-Signifikanzniveau; (****): P -Wert < 0.0001

Einfluss von Niederschlag und Abfluss auf Wirkstoffeinträge

Nebst der Wichtigkeit von Einträgen über die ARA wurde auch untersucht, ob die Einträge in Gewässer abhängig sind von Regenereignissen oder ob sie unabhängig von Regen (wie es u.a. bei Einträgen über die ARA, oder von fehlangeschlossenen Waschplätzen für PSM-Spritzgeräte der Fall ist) eingetragen werden (Barth et al., 2025a). Detaillierte Auswertungen der Niederschlags- und Abflussdaten haben gezeigt, dass bei allen vier Pyrethroiden eine regen- und abflussgetriebene Eintragsdynamik vorliegt, die Einträge von Fipronil hingegen unabhängig von Regen erfolgen. Das passt damit zusammen, dass Fipronil kontinuierlich über die ARA eingetragen wird, während die vier Pyrethroiden nicht kontinuierlich und sowohl über die ARA als auch diffus eingetragen werden.

Zulassung und Verkaufsmengen

Zur Eingrenzung der Eintragsquelle wurden alle verfügbaren Informationen über die verschiedenen zugelassenen Anwendungen der Pestizide gesammelt und zusammengestellt (Tabelle 1).

Fipronil ist in der Schweiz seit 2014 als Pflanzenschutzmittel verboten. Die Zulassung als Biozid wurde 2023 zurückgezogen, die Biozidprodukte dürfen jedoch noch bis 2026 verkauft werden. Aufgrund der gemeldeten Mengen im Jahr

2024 (1-10g) ist jedoch von einer geringfügigen Verwendung von Fipronil als Biozid auszugehen. Als TAM kommt es als Lösung zum Auftröpfen (Spot-on Lösung) gegen äussere Parasiten bei Katzen und Hunden zur Anwendung. In den Jahren 2022 – 2023 wurden 16 - 17 kg Fipronil in Form von TAM für Heimtiere in Verkehr gebracht (Swissmedic, 2025). Für die Anwendung bei Nutztieren ist Fipronil verboten.

Permethrin ist ebenfalls nur als Biozid und TAM, aber nicht als PSM zugelassen. Für 2024 wurden 1500-2000 kg Permethrin als in Verkehr gebrachte Menge in Biozidprodukten gemeldet. Ein grosser Anteil davon entfällt auf Pour-on Produkte für Nutz- und Weidetiere. Ausserdem ist Permethrin als TAM für Hunde zugelassen. Die Verkaufsmengen von Permethrin als TAM bei Hunden sind rund 10-Mal tiefer als die als Biozid.

Auch **Deltamethrin** wird als TAM eingesetzt – sowohl bei Hunden als auch bei Nutztieren. Die verkauften Wirkstoffmengen als TAM für die Jahre 2022 und 2023 betrug für Nutztiere und Heimtiere je etwa 30-40 kg pro Jahr. Als Biozid wird Deltamethrin in Mitteln gegen Arthropoden eingesetzt, von denen keines einen offensichtlichen Bezug zur Nutztierhaltung hat (10-20kg im Jahr 2024). Der grösste Teil der eingesetzten Deltamethrin-Menge entfällt auf die Anwendung als PSM (110-120kg), wobei diese sowohl in landwirtschaftlichen Kulturen als

auch in nicht-landwirtschaftlichen Bereichen eingesetzt werden.

Der Einsatz von **Cypermethrin** als PSM ist in den letzten Jahren zurückgegangen und liegt nun bei 200-300 kg pro Jahr. Für Cypermethrin wurden für das Jahr 2024 ähnlich hohe Biozid-Mengen (300-500 kg) gemeldet. Als TAM ist Cypermethrin nicht zugelassen.

Lambda-Cyhalothrin ist das Pyrethroid mit den weitaus höchsten Verkaufsmengen als PSM für die Jahre 2022-2023 (800-1300 kg pro Jahr). Nebst landwirtschaftlichen PSM-Anwendungen wird es auch im nicht-landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt. Als Biozid ist lambda-Cyhalothrin als Mittel gegen Ameisen und Spinnen zugelassen, allerdings ist die gemeldete Wirkstoffmenge (1-10 g im Jahr 2024) vernachlässigbar klein. Als TAM ist lambda-Cyhalothrin nicht zugelassen.

Tabelle 1: Übersicht über die zugelassenen Anwendungen der fünf Insektizide, sowie über die vorhandenen Verkaufsmengen.

| | Pflanzenschutzmittel | | | Biozid | | Tierarzneimittel | | Human- arznei- mittel |
|------------------------|--|---|---|---|---|---|--|-----------------------------|
| | Verkaufs-menge [kg] (2022 - 2023) ¹ | Landwirt- schaft ² | Nicht- Landwirt- schaft ² | Gemeldete Verkaufs-menge [kg] (2024) ³ | Produkt-art (PA) (8/18) ⁴ | Produkte ⁵ | Verkaufs-menge [kg] (2022 - 2023) ⁶ | |
| Fipronil | | | | 0.001 – 0.01 | PA 18 Mittel gegen Arthropoden | Spot-on Produkte für Katzen und Hunde | 16 – 17 | |
| Permethrin | | | | 1500 – 2000 | PA 8 – Holz- schutzmittel | Spot-on- Produkte für Hunde | 165 – 151 | Salben gegen Krätze |
| Deltamethrin | 110 - 120 | ⁷ Raps, Gemüse, Zucker- rügen, weitere | Zier- pflanzen, Lager- und Produktions- räume | 10 -20 | PA 18 - Mittel gegen Arthropoden ⁸ (keine für Einsatz im Stall) | Wirkstoff- haltige Hundehalsbänder | 33 – 32 | |
| Cyper-methrin | 330 - 200 | ⁷ Raps, Gemüse, Zucker- rügen, weitere | Wald (Holzpolter), Zier- pflanzen, Nicht-beruf- liche Anwen- dung | 300 - 500 | PA 8 – Holz- schutzmittel | PA 18 - Mittel gegen Arthro- poden ⁸ (u.a. für Ein- satz im Stall) | | |
| lambda- Cyhalothrin | 870 - 1330 | ⁷ Raps, Gemüse, Zucker- rügen, weitere | Zier- pflanzen, Nicht- berufliche Anwendung | 0.001 – 0.005 | PA 18 - Mittel gegen Arthro- poden ⁸ (keine für Einsatz im Stall) | | | |

[1] Bundesamt für Landwirtschaft (2025) [2] PSM-Verzeichnis, Lutz et al. (2023), Spycher et al. (2020); Spycher et al. (2022) [3] Die Verkaufsmengen wurden aufgrund der für das Jahr 2024 gemeldeten in Verkehr gebrachten Mengen an Biozidprodukten berechnet und umfassen nicht alle zugelassenen Biozidprodukte [(Art. 30c, Biozidprodukteverordnung (VBP)] (Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2025) [4] RPC-Verzeichnis (2022) [5] Tierarzneimittelkompendium der Schweiz (2025) [6] Swissmedic, 2025 [7] Wirkstoff darf seit 2023 im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) nur mit Sonderbewilligung oder im Gemüsebau auch ohne Sonderbewilligung eingesetzt werden (Anhang 6.1, Direktzahlungsverordnung (DZV)). [8] Vollständige Bezeichnung: Produktart 18 – Insektizide, Akarizide und Produkte gegen andere Arthropoden [9] Permethrin-haltige Produkte zum Aufgiessen für Nutztiere (Pour-on-Produkte) fallen seit 2019 unter die Heilmittelgesetzgebung, waren bisher aber noch als Biozid zugelassen (Gemeinsame Anmeldestelle Chemikalien, 2019)

Diskussion

Die Daten belegen, dass Fipronil kontinuierlich über die ARA in Fließgewässer eingetragen wird. Der kontinuierliche Eintrag über die ARA konnte in einer anderen Studie mittels Spezialuntersuchungen an fünf ARA bestätigt werden (Schorr et al., 2025). Dazu passt auch, dass keine Regen- oder Abfluss-abhängigkeit in der Eintragsdynamik zu sehen ist. Aufgrund der

Verkaufsmengen sind Anwendungen als Tierarzneimittel bei Hunden und Katzen die einzige plausible Quelle für die Gewässerbelastung.

Im Gegensatz zu Fipronil werden die Pyrethroide sowohl über die ARA als auch über andere Wege eingetragen und belasten Gewässer mit und ohne gereinigtes Abwasser gleichermassen.

Die Auswertung der Daten zeigt ausserdem für alle untersuchten Pyrethroid-Insektizide eine regen- und abflussabhängige Eintragsdynamik. Dies deutet darauf hin, dass besonders Einträge aus Anwendungen relevant sind, aus welchen die Wirkstoffe mit dem Regen ausgewaschen werden können. Während dafür im Fall von lambda-Cyhalothrin nur Anwendungen als Pflanzenschutzmittel in Frage kommen, deuten diese Ergebnisse im Fall von Permethrin darauf hin, dass die Einträge aus Anwendungen in der Nutztierhaltung (Insektizide im Stall, Pour-on-Produkte bei Nutztieren) oder auch aus Holzschutzmitteln stammen könnten. Bei Cypermethrin und Deltamethrin ist die Eingrenzung schwieriger. Die regengetriebenen Einträge weisen auch hier auf Anwendungen im Aussenbereich hin. Nebst Anwendungen als PSM, für die beide in relevanten Mengen eingesetzt werden, kommen sowohl aufgrund der Gewässerdaten wie auch aufgrund der Verkaufsmengen auch gewisse Anwendungen als Biozid (Cypermethrin) und TAM (Deltamethrin) als Quelle in Frage.

Fazit

Die Auswertung der nationalen Fliessgewässerdaten zeigt, dass die Pyrethroid-Insektizide und Fipronil die Gewässer in der Schweiz stark belasten. Die relevanten Anwendungen und Eintragswege unterscheiden sich deutlich zwischen den Substanzen und spiegeln deren vielfältige Einsatzbereiche wider.

Fipronil gelangt kontinuierlich über die ARA in Gewässer. Die wahrscheinlichste Ursache dafür sind Anwendungen als Tierarzneimittel bei Haustieren. Bei den Pyrethroiden sind die Einträge hingegen insgesamt niederschlagsabhängig und variabler; Einträge über die ARA sind genauso wichtig wie andere Eintragswege. Anwendungen im Aussenbereich scheinen relevanter zu sein als Anwendungen in Innenräumen. Nebst Anwendungen als Pflanzenschutzmittel können insbesondere Anwendungen in der Nutztierhaltung und als Holzschutzmittel zur Belastung beitragen.

Die Anwendungen dieser Insektizide als Tierarzneimittel und Biozide verdienen deshalb in Risikobeurteilung und Forschung mehr Aufmerksamkeit. Aus Sicht des Gewässerschutzes stellt die vielfältige Anwendung dieser Insektizide, bei denen bereits kleinste Einträge zu hohen Gewässerrisiken führen, ein Risiko dar. Es gilt deshalb, ihre Anwendung zu reduzieren und wo immer möglich zu vermeiden.

Literatur

- Braun, C., Gälli, R., Leu, C., Munz, N., Schindler Wildhaber, Y., Strahm, I., & Wittmer, I. (2015). Mikroverunreinigungen in Fliessgewässern aus diffusen Einträgen. *Situationsanalyse. Umwelt Zustand*. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- Barth, S., & Doppler, T. (2025a). Ursachen der Pestizid-Verunreinigung. Mögliche Quellen und Eintragswege in Fliessgewässer eingrenzen. *Aqua & Gas*, 105(10), 80-88.
- Barth, S., Doppler, T., Ganz, V., Luong, K., & Singer, H. (2025b). Fipronil belastet die Fliessgewässer. Antiparasitäre

Tierarzneimittel für Heimtiere als wahrscheinlichste Quelle. *Aqua & Gas*, 105(10), 90-95.

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). (2025). *Verkaufsmengen der Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe*. Retrieved 19.08.2025 from <https://www.blw.admin.ch/de/verkaufsmengen-der-pflanzenschutzmittel-wirkstoffe>

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien, Sektion Biozide und Pflanzenschutzmittel. (2025). Persönliche Mitteilung.

Gemeinsame Anmeldestelle Chemikalien. (2019). Permethrinhaltige topische Insektizide. Retrieved 28.07.2025 from <https://www.anmeldestelle.admin.ch/de/permethrinhaltige-topische-insektizide>

Ia Cecilia, D., Schönenberger, U., Dax, A., Singer, H., Stamm, C., Koster, M. M., Konz, N., & Minkowski, C. (2022). Transport von Pflanzenschutzmitteln. Identifizierung von Transportprozessen in Gewässern anhand von Monitoringstudien. *Aqua & Gas*, 102(4), 68-74.

Lutz, E., Blom, J. F., Schneuwly, J., & De Baan, L. (2023). Analyse zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz. *Agrosc Sci*, 173(109), 10.34776.

Oekotoxzentrum. (2025). Vorschläge des Oekotoxzentrums für Qualitätskriterien für Oberflächengewässer. Retrieved 25.08.2025 from <https://www.oekotoxzentrum.ch/expertenservice/qualitaetskriterien/qualitaetskriterienvorschlaege-oekotoxzentrum>

Produkteregister Chemikalien (RPC), Bundesamt für Gesundheit BAG - Gemeinsame Anmeldestelle Chemikalien des BAFU - BAG – SECO, (2025). <https://www.gate.bag.admin.ch/rpc/ui/home>

Rösch, A. et al. (2019): Picogram per liter quantification of pyrethroid and organophosphate insecticides in surface waters: a result of large enrichment with liquid–liquid extraction and gas chromatography coupled to mass spectrometry using atmospheric pressure chemical ionization. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 411(14), 3151-3164

Schorr, J., Ganz, V., Luong, K., Ceppi, E., Longree, P., Beck, B., Singer, H., Barth, S., Doppler, T., Junghans, M., & Holmes, B. (2025). Pestizideinträge in Fliessgewässer. NAWA Spez 2023: Wirkstoffe, Ökotoxikologisches Risiko, diffuse Eintragspfade vs. Einträge aus ARA. *Aqua & Gas*, 105(10), 70-78.

Spycher, S., DÜBENDORFER, C., TRATSCHIN, R., SCHNEIDER, R., & RAMSEIER, H. (2020). Evaluation von Massnahmen zum Schutz des Grundwassers vor PSM und deren Metaboliten. EBP Schweiz AG, Zollikon, und Berner Fachhochschule, Zollikofen.

Spycher, S. D., C., Tratschin, R., Schneider, R., & Ramseier, H. (2022). Bewertung agronomischer Massnahmen zum Schutz von Oberflächengewässern vor PSM. EBP. <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/externe-studien-berichte/bewertung-agronomischer-massnahmen-zum-schutz-von-oberflaechengewaessern->

<vor-pflanzenschutzmitteln.pdf.download.pdf/massnahmen-schutz-vor-pflanzenschutzmitteln.pdf>

Swissmedic. (2025). Persönliche Mitteilung.

Tierarzneimittelkompendium der Schweiz. (2025).

<https://www.vetpharm.uzh.ch/perldocs/kompend3.htm>

Wittmer, I., Doppler, T., Götz, C. und Kunz, M. (2024).

Interkantonale Empfehlung, Methode zur Untersuchung und

Beurteilung von Fließgewässern, Organische

Mikroverunreinigungen - numerische Anforderungen

Anhang 2 GSchV. Bern: Lab'Eaux. Retrieved from

<https://www.labeaux.ch/docs.php?viewmode=show&id=1189&lang=d>

Korrespondenzadresse

Sofia Barth

VSA-Plattform Wasserqualität

c/o Eawag, Überlandstr. 133, 8600 Dübendorf

Tel. +41 58 765 5749

sofia.barth@vsa.ch

www.waterquality.ch

www.vsa.ch



Fische und Antidepressiva: Neurotoxische Effekte bei Embryonen des Zebrafärblings (*Danio rerio*) nach Belastung mit Venlafaxin

Katharina Brotzmann (Brotzmann@uni-heidelberg.de), Maria Fischer (sms.fischer@googlemail.com), Thomas Braunbeck (Braunbeck@uni-hd.de)

Abstract

Als häufig verschriebenes Antidepressivum gelangt Venlafaxin zunehmend in Gewässer, wo es bereits in niedrigen Dosen die Wiederaufnahme von Serotonin und Noradrenalin in die präsynaptischen Vesikel an bestimmten Synapsen im Gehirn vermindert und so als selektiver Serotonin-Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer (SSNRI) die Neurotransmitter-Homöostase von Fischen beeinflussen kann. Beim akuten Fischembryotoxizitätstest entwickeln Embryonen des Zebrafärblings Missbildungen und zeigen beim Schwimmen Gleichgewichtsstörungen; Verhaltensuntersuchungen belegen eine verminderte Aktivität im Coiling-Assay; Störungen des Seitenlinienorgans können im Neuromasten-Assay nicht belegt werden. Die Störung essentieller Verhaltensweisen in frühen Lebensstadien kann als Indikator für eine Entwicklungsneurotoxizität von Venlafaxin gewertet werden. Angesichts steigender Konzentrationen in europäischen Gewässern und möglicher Interaktion mit weiteren Antidepressiva kann von Venlafaxin eine Gefährdung der aquatischen Umwelt ausgehen.

Einleitung

Mit steigender Prävalenz gehören Depressionen zu den weltweit häufigsten psychologischen Erkrankungen: 2020 waren in Deutschland 16,9 %, in den Vereinigten Staaten 22,9 % und in Österreich 28 % der Bevölkerung betroffen (Statista 2025). In Deutschland stiegen von 2012 bis 2022 ärztliche Verordnungen zur medikamentösen Behandlung von Depressionen um > 30 % auf rund 1,7 Milliarden Tagesdosen an (Statista 2024). Einer der drei am häufigsten verschriebenen Wirkstoffe ist mit 79,9 Millionen Tagesdosen der Serotonin-Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer (SSNRI) Venlafaxin (Statista 2024). Durch unsachgemäße Entsorgung und unzureichende Entfernung in den Klärwerkanlagen gelangt Venlafaxin auch in Bäche, Flüsse und andere Gewässer (Mezzelani et al., 2018, Wilkinson et al., 2022). Nach einer Studie zur weltweiten Verschmutzung von Flüssen durch Arzneimittel wurden für Venlafaxin in europäischen und nordamerikanischen Flüssen Werte von bis zu 71,9 ng/L bzw. 110 ng/L gemessen (Wilkinson et al., 2022); ein Review aus dem Jahr 2018 berichtet sogar von 2,19 µg/L in Abwässern in Minnesota (Sehonova et al., 2018). In Anbetracht des stetig zunehmenden Eintrags von SSNRIs in Gewässer und des stark konservierten Neurotransmittersystems bei Wirbeltieren können Fische als Nichtzielorganismen durch die Wasserverschmutzung mit Antidepressiva beeinträchtigt werden (Sehonova et al., 2019, Wang et al., 2023). Aus dem Anstieg der Verschreibungen ergibt sich die Notwendigkeit eines Monitorings auf entwicklungsneurotoxische Effekte von Venlafaxin bei frühen

Entwicklungsstadien von Fischen, da diese als besonders empfindlich für Störungen in der Entwicklung des Nervensystems gelten (von Hellfeld et al. 2023; Yin and Horzmann 2024).

Material & Methoden

Zur Untersuchung der akuten Toxizität wurde der akute Fischembryotoxizitätstest (FET; OECD TG 236) mit Embryonen des Zebrafärblings (*Danio rerio*) durchgeführt und nicht sowie wenig toxische Konzentrationen von Venlafaxinhydrochlorid (CAS 99300-78-4; Sigma Aldrich) identifiziert, um Effekte bei frühen Verhaltensweisen sowie neurodegenerative Effekte auf das Seitenlinienorgan zu untersuchen.

Akuter Fischembryotoxizitätstest (FET; OECD TG 236)

Der akute Fischembryotoxizitätstest nach OECD TG 236 (OECD 2013) wurde auf eine Expositionszeit von 120 Stunden verlängert, da nach Strähle et al. (2012) Embryonen des Zebrafärblings nach der derzeit gültigen Tierversuchsverordnung (EU 2010) bis zu diesem Alter noch nicht als geschützte Lebensstadien betrachtet werden. Weniger als 1 h alte frisch befruchtete Eier wurden in 25 ml Kristallisationsschalen mit der jeweiligen Testlösung überführt, die unmittelbar vor Gebrauch angesetzt wurden. Nach einer Kontrolle auf Befruchtung wurden die Eier einzeln in 24-Well-Platten (TPP, Trasadingen, Schweiz) mit 1 ml Testlösung pro Embryo überführt, die 24 h mit den Testlösungen vorinkubiert wurden. Anschließend wurden die 24-Well-Platten mit Folie (SealPlate®, Dunn, Asbach, Deutschland) versiegelt, um Verdunstung und Kreuzkontamination zu verhindern, und in einen HettCube 600R-Inkubator (Hettich, Tuttlingen, Deutschland) bei $26 \pm 1^\circ\text{C}$ unter einem 10/14-h-Hell-Dunkel-Regime inkubiert. Das Testmedium wurde alle 24 h erneuert (semistatische Exposition). Letale und subletale Effekte in den Embryonen wurden nach 24, 48, 72, 96 und 120 h gemäß OECD TG 236 (OECD 2013) und Nagel (2002) dokumentiert. Tests galten als valide, wenn in der Positivkontrolle (4 mg/L 3,4-Dichloranilin) nach 120 h eine Mortalität von $\geq 30\%$ auftrat, während die Mortalität in der Negativkontrolle (Kunstwasser) unter 10 % blieb. Im FET wurde Venlafaxin in drei unabhängigen Replikaten in 14 Testkonzentrationen zwischen 0,001 und 1000 mg/L geprüft.

Coiling Assay

Beim Coiling-Assay werden im Alter zwischen 21 und 47 h die spontanen Schwanzbewegungen von Fischembryonen als die ersten beobachtbaren lokomotorischen Aktivitäten videographisch erfasst (Brustein et al. 2003; Drapeau et al. 2002; Kimmel 1995; Saint-Amant and Drapeau 1998). Der detaillierte

Versuchsaufbau für den Coiling-Assay wurde von Zindler et al. (2019) beschrieben: Die Exposition der befruchteten Fischeier erfolgte kontinuierlich ab einem Alter von 1,5 h; Kunstwasser diente als Negativkontrolle. Nach 6 h wurden jeweils 5 regulär entwickelte Fischeier in 20 Kästen einer 24-Well-Platten mit kleinen Teflonringen und 1 ml Testlösung überführt (insgesamt 100 Eier pro Testlösung). Die 24-Well-Platten wurden bei $26 \pm 1^\circ\text{C}$ in einem Inkubator (HettCube 600R, Hettich, Tuttlingen, Deutschland) auf einer Acrylglasplattform platziert, unter welcher Infrarotstrahler (880 nm 40° 5 mm, Kingbright, Taiwan) installiert waren.

Die Bewegungen der Embryonen in den Eiern wurden jede Stunde 8 Minuten lang mit einer Basler acA1920-155um USB 3.0 Kamera (Ahrensburg, Deutschland) durch ein infrarot-gefertigtes Basler M7528-MP F2.8 f75 mm Computerobjektiv (Filter: RG850, heliopan, Gräfelfing, Deutschland) videografiert (mpeg-4, 30 Frames/s). Die Filme wurden mit einem Media-Recorder 5 (Noldus, Wageningen, Niederlande) aufgezeichnet und mit DanioScope© 1.2 (Noldus; Einstellungen für alle 27 Videos identisch) auf Veränderungen von Graustufen analysiert. In jedem Video wurden einzelne Embryonen manuell als ein zu analysierender Bereich markiert. Als Endpunkte wurden „Mean Burst Duration“ und „Mean Burst Count/ Minute“ erfasst (im Folgenden als „Coil Duration (s)“ bzw. „Coiling Frequency (/min)“ bezeichnet). Die Daten wurden anschließend mit dem Generalized Additive Model in einem multivariaten Modellierungsansatz analysiert (Fischer et al., 2025). Venlafaxin wurde im Coiling Assay in 3 unabhängigen Replikaten in Konzentrationen von 0,1,1,10 und 25 mg/L untersucht.

Neuromasten-Assay

Um eventuelle Venlafaxin-induzierte Veränderungen in zentralen Sinnesorganen zu erfassen, wurde die Entwicklung des Seitenlinienorgans untersucht, eines Systems, dessen Beeinträchtigung im Sinne eines neurotoxischen Effekts zu Problemen mit normalem Schwimmen führen kann. In einem leicht modifizierten Neuromasten-Assay nach Stengel et al. (2017) wurden Embryonen unter semistatischen Bedingungen über 96 h mit 0, 1080 (EC₁₀ 120 h FET), 344 (EC₁₀ 96 h FET) und 172 µg/L Venlafaxin (EC₅ 96 h FET) belastet (4 Replikate à 3 Embryonen). Anschließend wurden die Neuromasten des Seitenlinienorgans in einer Doppelfärbung aus DAPI und DASPEI markiert (Kerne blau; Mitochondrien rot). Je Embryo wurden 9 ausgewählte Neuromasten in einem Nikon Eclipse 90i Epifluoreszenzmikroskop (Nikon, Tokio, Japan) untersucht, wobei die Fluoreszenzen der beiden Färbungen elektronisch übereinander gelegt wurden (NIS-Elements (AR 4.00.12 64 bit) Nikon, Tokio, Japan; Abb. 1). Die Fluoreszenzintensität wurde auf einer Skala mit Score Werten von 0 (kein Effekt) bis 3 (starker Effekt) semiquantitativ ermittelt (Abb. 1).

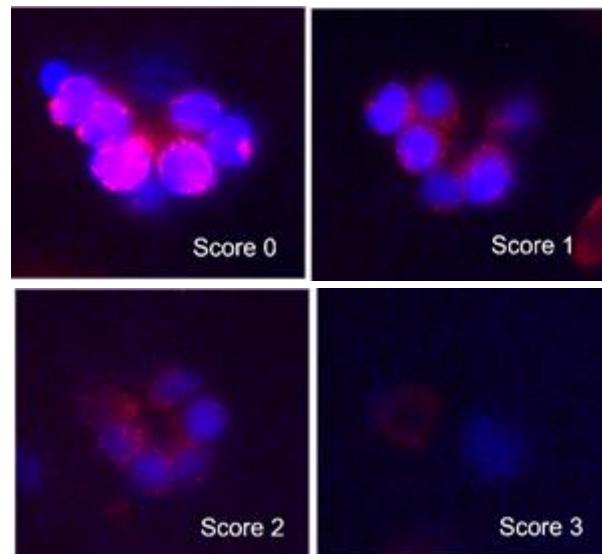


Abb.1: Semiquantitative Bewertung zusammengesetzter Neuromasten bei 96 h alten Embryonen des Zebrafärblings (*Danio rerio*): Score 0 = kein Effekt (Negativkontrolle= Score 1 = geringer Effekt; Score 2 = mittlerer Effekt; Score 3 = starker Effekt. Blau = DAPI-gefärbte Kerne; rot = DASPEI-gefärbte Mitochondrien.

Ergebnisse

Akuter Fischembryotoxizitätstest (FET)

Neben morphologischen Veränderungen wie Ödemen des Dottersacks und des Herzbeutels, Wirbelsäulendeformationen (Lordose, Kyphose) und deformierten Schwanzflossen(-säumen) bei Testkonzentrationen ab 296 mg/L war im FET die auffälligste Beobachtung die Unfähigkeit von 120 h alten Embryonen, nach Belastung mit $\geq 87,8$ mg/L Venlafaxin ihren Körper aufrecht im Wasser zu halten. Dieses erste Symptom neurotoxischer Effekte wurde mit einem EC₁₀-Wert von 1,08 mg/L ermittelt, einer Konzentration, die in den nachfolgenden Neuromasten-Assays als höchste Konzentration und im Coiling-Assay als mittlere Testkonzentration diente.

Coiling-Assay

Im Coiling-Assay wurden sowohl Venlafaxin-Konzentrationen im umweltrelevanten Bereich als auch Konzentrationen untersucht, die in Vorversuchen bereits eine Veränderung der Dauer des Coiling (s) gezeigt hatten. Die Dauer des Coiling zeigte eine signifikante Reduktion ab 1 mg/L Venlafaxin; der NOEC lag bei einer Testkonzentration von 0,1 mg/L (Abb. 2A). Für die Frequenz Coiling-Bewegungen konnten keine Effekte nachgewiesen werden (Abb. 2B).

Neuromasten-Assay

Pro Embryo wurden die Fluoreszenzwerte für 9 ausgewählte Neuromasten ermittelt; nach Belastung mit Venlafaxin-Konzentrationen zwischen 0,17 und 1,08 mg/L ergaben sich keine signifikanten Veränderungen gegenüber der Kontrolle (Abb. 3).

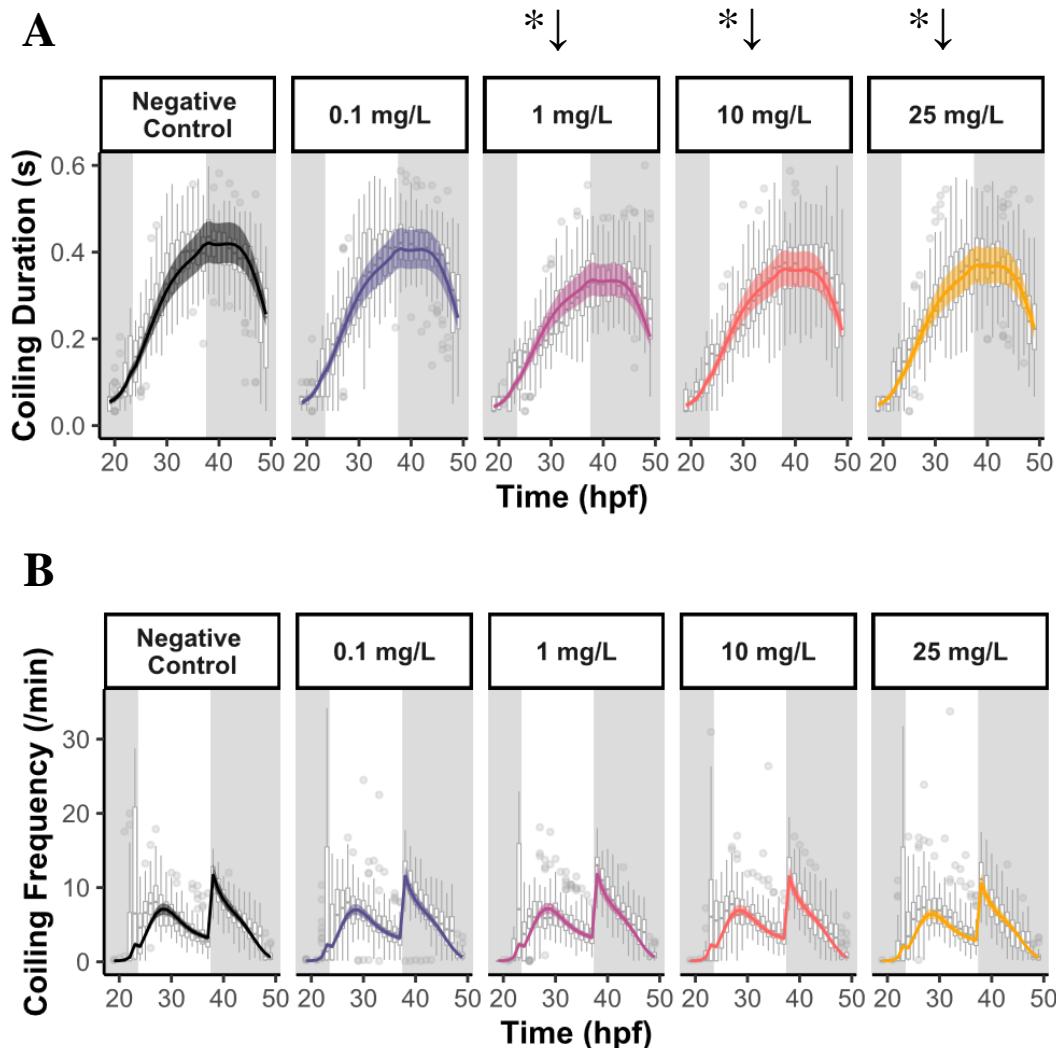


Abb. 2: Veränderungen im Coiling-Verhalten von 21 und 47 h alten Embryonen des Zebrafärblings (*Danio rerio*) nach Belastung mit Venlafaxin: (A) Coiling-Dauer; (B) Coiling-Frequenz (Boxplots aus 4 Replikaten à 3 Embryonen \pm 95 % Konfidenzintervalle). Dunkelphasen grau, Lichtphasen hell schattiert. * Signifikante Abweichungen von der jeweiligen Kontrolle (* $p < 0,01$); ↓ Hypoaktivität.

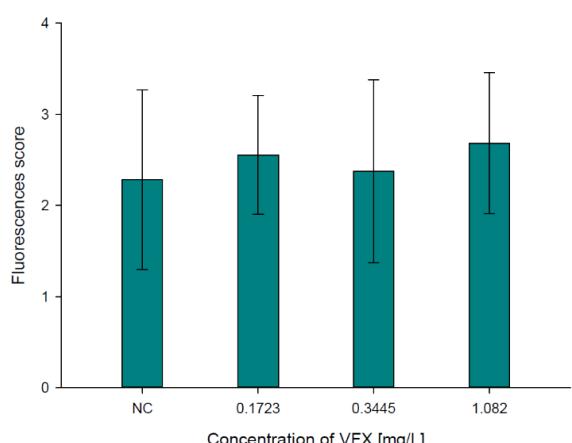


Abb. 3: Mittlerer Fluoreszenzwert von 9 ausgewählten Neuromasten im Seitenliniensystem von Embryonen des Zebrafärblings (*Danio rerio*) nach 96 h Belastung mit Venlafaxin (VFX). Daten als gemittelte Fluoreszenzwerte \pm Standardabweichung; $n = 4$ Replikate à 10 - 12 Embryonen

Diskussion

Sowohl der akute Fischembryotoxizitätstest als auch der Coiling-Assay ergaben ab 1 mg/L Venlafaxin signifikante Effekte, während beim Neuromasten-Assay keine Veränderungen beobachtet wurden. Demnach scheinen weder die im FET beobachteten Gleichgewichtsstörungen noch die Hypoaktivität im Coiling-Assay mit Veränderungen des Seitenlinienorgans in Verbindung zu stehen. In Anbetracht eines niedrigen Biokonzentrationsfaktors (18; Lajeunesse et al., 2011), welcher gemäß dem Schwellenwert für die Bedenklichkeit von persistenten, bioakkumulierbaren und toxischen Stoffen (PBT) in der Europäischen Union ($BCF > 2000$; ECHA, 2017) als nicht kritische Akkumulationsrate gilt, ergibt sich für eine Wirkkonzentration von 1 mg/L eine zunächst geringe Umweltrelevanz. Jedoch wurden bereits nach 48 h im Coiling-Assay Verhaltensveränderungen bei morphologisch normal entwickelten Embryonen beobachtet und auch Expositionen gegenüber anderen Antidepressiva wie Sertraline und Paroxetin

zeigten signifikante Veränderungen im Verhalten von Embryonen des Zebrafärblings ab 0,1 µg/L bzw. 0,01 µg/L (Fischer 2024), also bei durchaus umweltrelevanten Konzentrationen. Ein anderer Verhaltenstest, der Visual Motor Response-Assay (von Hellfeld et al. 2022; Zindler et al. 2020), ergab ebenfalls eine signifikante Reduktion des Schwimmverhaltens von 107 - 109 h alten Embryonen des Zebrafärblings ab 10 mg/L Venlafaxin bzw. 100 µg/L Paroxetin und 0,1 µg/L Sertraline (Fischer 2024).

Die Wirksschwelle für Venlafaxin liegt im Vergleich zu Paroxetin und Sertraline zwar signifikant höher, jedoch gelten die genannten Wirksschwellen nur für die Einzelsubstanzen; Kombinationswirkungen für Antidepressiva sind jedoch durchaus denkbar (Alfakeer et al. 2024; Bisesi et al., 2016; Varano et al., 2017). Allen voran steht hierbei Mirtazapin, welches zwischen 2012 und 2022 mit Venlafaxin zu den drei meistverschriebenen Wirkstoffen zur Behandlung von Depressionen in Deutschland gehörte (Statista 2024) und in Kombination mit Venlafaxin eine deutlich stärkere Wirkung entfaltet, weshalb es vor allem in den USA als California Rocket Fuel bezeichnet wird (Silva et al., 2016).

Förderung

Das EU-weite Projekt PHARMASEA wurde im Rahmen der Aquatic Pollutants-Initiative nach transnationaler Ausschreibung von Water JPI vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter der Nummer 724-40003-03F0906A finanziell unterstützt.

Literatur

Alfakeer M, Rub MA, Azum N et al. (2024) Interaction of antidepressant drug with surfactant mixture in various compositions: effect of electrolyte and urea. *Chem. Pap.*, 78, 23–34. DOI: 10.1007/s11696-023-03252-x
Bisesi JH Jr, Sweet LE, van den Hurk P, Klaine SJ. (2016) Effects of an antidepressant mixture on the brain serotonin and predation behavior of hybrid striped bass. *Environ. Toxicol. Chem.*, 35(4):938-45. DOI: 10.1002/etc.3114.
Brustein E, Saint-Amant L, Buss RR, Chong M, McDearmid JR, Drapeau P (2003) Steps during the development of the zebrafish locomotor network. *J. Physiol. Paris*, 97, 77-86. DOI: 10.1016/j.jphysparis.2003.10.009
Drapeau P, Saint-Amant L, Buss RR, Chong M, McDearmid JR, Brustein E (2002) Development of the locomotor network in zebrafish. *Prog. Neurobiol.*, 68, 85-111. DOI: 10.1016/s0301-0082(02)00075-8
DocCheck (2025) California Rocket Fuel. https://flexikon.doccheck.com/de/California_Rocket_Fuel ; Aufgerufen: 12.11.2025

ECHA 2017. Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, Chapter R.11: PBT/vPvB Assessment.

EU (2010) Directive 2010/63/EU of the European parliament and of the council of 22 September 2010 on the protection

of animals used for scientific purposes.

OJ L 276, 20.10.2010, pp. 33–79.

Fischer M (2024) Impact of neurotoxic substances on the development and behavior of zebrafish embryos. Case studies with nicotine, desnitro-imidacloprid and three antidepressants. Dissertation: <https://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/34971/>.

Fischer M, Wolf R, Hannemann R, Braunbeck T (2025) Generalized additive modeling as a tool for the analysis of the time course of tail coiling behavior in zebrafish (*Danio rerio*) embryos – A proof-of-concept study with nicotine, a known developmental neurotoxicant. *Aquat. Toxicol.*, 284, 107373. DOI: 10.1016/j.aquatox.2025.107373

Gould SL, Winter MJ, Norton WHJ, Tyler CR (2021) The potential for adverse effects in fish exposed to antidepressants in the aquatic environment. *Environ. Sci. Technol.*, 55, 16299-16312.

DOI: 10.1021/acs.est.1c04724

Kimmel C B, Ballard WW, Kimmel SR, Ullmann B, Schilling TF (1995) Stages of embryonic development of the zebrafish. *Dev. Dyn.*, 203, 253-310.

DOI: 10.1002/aja.1002030302

Lajeunesse A, Gagnon C, Gagné F, et al. (2011) Distribution of antidepressants and their metabolites in brook trout exposed to municipal wastewaters before and after ozone treatment – Evidence of biological effects. *Chemosphere*, 83, 564-571. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2010.12.026

Mezzelani M, Gorbi S, Regoli F (2018) Pharmaceuticals in the aquatic environments: Evidence of emerged threat and future challenges for marine organisms. *Mar. Environ. Res.*, 140, 41-60. DOI: 10.1016/j.marenvres.2018.05.001

Nagel R (2002) DarT: the embryo test with the zebrafish *Danio rerio* - a general model in ecotoxicology and toxicology. *Altex* 19 Suppl 1:38-48.

Saint-Amant L, Drapeau P (1998) Time course of the development of motor behaviors in the zebrafish embryo. *J. Neurosci.*, 37, 622-32. DOI: 10.1002/(sici)1097-4695(199812)37:4<622::aid-neu10>3.0.co;2-s

Sehonova P, Slobodova Z, Dolezelova P, Vosmerova P, Faggio C (2018) Effects of waterborne antidepressants on non-target animals living in the aquatic environment: A review. *Sci. Total Environ.*, 631-632, 789-794.

DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.076

Silva J, Mota J, Azevedo P (2016) California rocket fuel: And what about being a first line treatment? *Eur. Psychiatry*, 33, Supplement, S551.

DOI: 10.1016/j.eurpsy.2016.01.2033

Statista (2024) Wie viele Antidepressiva werden verschrieben? <https://de.statista.com/infografik/16707/verordnungen-von-antidepressiva-in-deutschland/#:~:text=Am%20meisten%20werden%20laut%20Arzneimittel,79%2C9%20Millionen%20Tagesdosen>); Aufgerufen: 12.11.2025

Statista (2025) Prävalenz von Depression in ausgewählten OECD-Ländern in den Jahren 2019 bis 2022.

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1424848/>

- <umfrage/depression-und-depressive-symptomatik-nach-oecd-laendern/>; Aufgerufen: 12.11.2025
- Stengel D, Zindler F, Braunbeck T (2017) An optimized method to assess ototoxic effects in the lateral line of zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Comp. Biochem. Physiol. C - Toxicol.*, 193:18-29. DOI: 10.1016/j.cbpc.2016.11.001
- Strähle U, Scholz S, Geisler R et al. (2012) Zebrafish embryos as an alternative to animal experiments - a commentary on the definition of the onset of protected life stages in animal welfare regulations. *Reprod Toxicol.*, 33:128-132. DOI: 10.1016/j.reprotox.2011.06.121
- OECD (2013) OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. Section 2: Effects on Biotic Systems Test No. 236: Fisch Embryo Acute Toxicity (FET) Test. Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Varano V, Fabbri E, Pasteris A (2017) Assessing the environmental hazard of individual and combined pharmaceuticals: acute and chronic toxicity of fluoxetine and propranolol in the crustacean *Daphnia magna*. *Ecotoxicol.*, 26(6):711-728. DOI: 10.1007/s10646-017-1803-6.
- von Hellfeld R, Brotzmann K, Baumann L et al. (2020) Adverse effects in the fish embryo acute toxicity (FET) test: a catalogue of unspecific morphological changes versus more specific effects in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Environ. Sci. Eur.* 32:122. DOI: 10.1186/s12302-020-00398-3
- von Hellfeld R, Ovcharova V, Bevan S et al. (2022) Zebrafish embryo neonicotinoid developmental neurotoxicity in the FET test and behavioral assays. *Altex - Alternatives to Animal Experimentation*, 39, 367-387. DOI: 10.14573/altex.2111021
- von Hellfeld R., Gade C., Baumann L. et al. (2023) The sensitivity of the zebrafish embryo coiling assay for the detection of neurotoxicity by compounds with diverse modes of action. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 30, 75281–75299. DOI: 10.1007/s11356-023-27662-2
- Wang W, Zhang J, Hu M et al. (2023) Antidepressants in wastewater treatment plants: Occurrence, transformation and acute toxicity evaluation. *Sci. Total Environ.*, 903, 166120. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166120
- Wilkinson JL, Boxall ABA, Kolpin DW et al. (2022) Pharmaceutical pollution of the world's rivers. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 119. DOI: 10.1073/pnas.2113947119
- Yin JH, Horzmann KA (2024) Embryonic zebrafish as a model for investigating the interaction between environmental pollutants and neurodegenerative disorders. *Biomedicines*, 13;12(7):1559. DOI: 10.3390/biomedicines12071559.
- Zindler et al. Time-course of coiling activity in zebrafish (*Danio rerio*) embryos exposed to ethanol as an endpoint for developmental neurotoxicity (DNT) - Hidden potential and underestimated challenges. *Chemosphere*, 235, 12-20. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.06.154

Zindler et al.: Do environmentally relevant concentrations of fluoxetine and citalopram impair stress-related behavior in zebrafish (*Danio rerio*) embryos? *Chemosphere* 261:127753. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.127753

Korrespondenzadresse

Dr. Katharina Brotzmann
Centre for Organismal Studies (COS)
Im Neuenheimer Feld 230
69120 Heidelberg
Brotzmann@uni-heidelberg.de

Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln für Bodenorganismen im Rahmen der neuen „Central Zone Guidance“

Gregor Ernst (gregor.ernst@bayer.com)

Abstract

Neue Leitlinien in der Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln für Bodenorganismen in Zentral-Europa haben in den vergangenen zwei Jahren zu großer Unsicherheit im Bereich der technischen Durchführung der ökotoxikologischen Laborstudien und in der Risikobewertung geführt. Nach dem „Central Zone Working Document“ sind schnell abbauende Substanzen im Boden analytisch über die Zeit zu quantifizieren, und ökotoxikologische Endpunkte ggf. zu korrigieren. Eine ausschließliche Korrektur der Endpunkte kann jedoch Inkonsistenzen in der Risikobewertung verursachen und schließlich zu einem verfälschten Ergebnis führen. Eine Aktualisierung der OECD-Richtlinien ist notwendig, um Klarheit in der praktischen Durchführung der Studien, sowohl für Laborinstitute als auch für Antragsteller und Bewertungsbehörden, zu schaffen. Die Entwicklung geeigneter Ansätze, die ökotoxikologische Effekte bei zeitlich variabler Exposition im Boden flexibel adressieren und die das Risiko angemessen quantifizieren, ist dringend empfohlen.

Einleitung

Die Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt in Europa auf unterschiedlichen regulatorischen Ebenen: 1) Bewertung und Genehmigung der aktiven Substanzen und der entsprechenden repräsentativen Formulierungen auf EU-Ebene und 2) Bewertung aller Produkte, die die entsprechende aktive Substanz enthalten, auf Zonaler Ebene (nördliche, zentrale, und südliche Zone in der EU) und die anschließende Genehmigung auf nationaler Ebene. Die Umwelt-Risikobewertung basiert in der Regel auf EU-weit anerkannten Richtlinien, die durch die EU Kommission und die EFSA festgelegt wurden (EC 2002, EC 2009, EC 2011, EC 2013 a,b). Die Bewertung für Bodenorganismen erfolgt zurzeit in einem zweistufigen Ansatz. In einer ersten Stufe werden chronische Laborstudien mit Regenwürmern (OECD 222), Springschwänzen (OECD 232), und Milben (OECD 226) durchgeführt und es wird eine NOEC (no-observed effect concentration), die der höchsten getesteten Konzentration entspricht, bei der keine Effekte auf Reproduktion, Wachstum und Mortalität beobachtet wurde, ermittelt, und wenn möglich eine EC₁₀ (Konzentration, die zu einem Effekt von 10% führt). Der niedrigere von beiden Endpunkten wird in der Risikobewertung verwendet und mit der maximalen, zu erwartenden Konzentration im Feld (PECmax; maximum predicted environmental concentrations) verglichen. Hierfür wird ein sogenanntes „Toxicity-Exposure-Ratio“ (TER) errechnet, das Verhältnis aus NOEC oder EC₁₀ und PECmax. Erreicht der TER einen Wert von ≥ 5 , wird das Risiko als akzeptabel eingestuft (EC 2011). Ist der TER < 5 , erfolgt in der zweiten Stufe die Durchführung einer Semi-Feld- oder Feldstudie, in der die langfristigen Auswirkungen auf natürliche

Populationen unter realistischeren Bedingungen erfasst und bewertet werden.

Neben den EU-weit geltenden Regularien haben die einzelnen regulatorischen Zonen in der EU zum Teil eigene Regeln verfasst, z.B. die zentrale Zone. Demnach definiert das „Working Document“ der Zentralen Zone (CZSC 2023) Substanzen als instabil, wenn die DT90 (aus e-fate Laborstudien) kürzer ist als die Expositionsduer in der ökotoxikologischen Laborstudie. Instabile Substanzen sind demnach analytisch nachzuweisen und ihr Abbau in der ökotoxikologischen Laborstudie zu quantifizieren. Wenn die Konzentrationen unter 80% der zu erwartenden Konzentrationen fallen, sollen in der Risikobewertung geometrische Mittel (mean-measured) oder zeitlich gewichtete Mittel (twa; time-weighted average) der Konzentrationen verwendet werden, um die Endpunkte (z.B. NOEC oder EC₁₀) für die Risikobewertung zu bestimmen.

Jedoch herrscht zurzeit eine enorme Unsicherheit bei Antragstellern, Consultants, und auch Zulassungsbehörden, 1) wie die Analytik in den Labortests im Detail technisch durchzuführen ist, und 2) wie mit möglichen neuen Endpunkten (z.B. twa-NOEC) in der Risikobewertung umzugehen ist.

Technische Unklarheiten

Analytische Messungen über den Verbleib der Substanz im Testsubstrat kann in bodenökotoxikologischen Studien (z.B. OECD 222, 2016) nur in zusätzlichen, destruktiv zu beprobenden Replikaten erfolgen. Eine Boden-Probenahme in Replikaten, die für die biologische Auswertung vorgesehen sind, würde eine zu große Störung im Test darstellen. Validitäts-Kriterien (z.B. Kontrollmortalität, Variabilität der Anzahl der Juvenilen in der Kontrolle; OECD 222, 226, 232) könnten beeinflusst und unter Umständen nicht eingehalten und Studien dadurch invalide werden. Zudem werden bei einer Analytik-Probenahme unter Umständen Tiere mit entnommen, was das Ergebnis beeinflusst. Die Anzahl der zu verwendenden zusätzlichen Analytik-Replikate ist bisher in keiner Richtlinie definiert, ebenso, die Anzahl und die Zeitpunkte der Analytik-Probenahmen. Für sehr schnell abbauende Substanzen sind andere Probenahme-Zeitpunkte sinnvoll als für langsam abbauende Substanzen. Des Weiteren ist zu klären, ob in Analytik-Replikaten die entsprechenden Testorganismen eingesetzt werden müssen. Insbesondere Regenwürmer können die mikrobiologischen Eigenschaften des Testsubstrats über die Zeit beeinflussen und somit den Abbau der Testsubstanzen modifizieren (Ernst et al. 2025).

Implikationen für die Risikobewertung

Bisher erfolgte die Risikobewertung von Bodenorganismen mit einem Vergleich von initialer, nominaler NOEC (oder EC₁₀) mit dem maximalem PEC (PECmax), der sich aus der Anwendung ergibt. Im Fall einer Verwendung von mean-measured- oder twa- Endpunkten (NOEC oder EC₁₀, unter Berücksichtigung eines möglichen Abbaus der Testsubstanz in der Laborstudie) in Kombination mit einem PECmax, kann sich der TER stark reduzieren und unter die kritische TER-Schwelle von 5 fallen, und das umso stärker, je schneller die Substanz abbaut (Ernst et al. 2025). Bei einer Verwendung des PECmax wird ein Abbau der Substanz auf Expositionssseite (PEC) jedoch ignoriert. Die Verwendung von twa-PECs, anstelle von PECmax, wäre ein logischer Ansatz, um auch dem Abbau der Substanz unter Feldbedingungen Rechnung zu tragen. Dies ist bisher jedoch nicht vorgesehen.

Ein schneller Abbau einer Substanz und die dadurch kürzere Exposition gegenüber Bodenorganismen ist aus Sicht der Risikobewertung prinzipiell positiv einzustufen. Die veränderte Situation in der Bewertung führt jedoch zu höheren Risiken in der ersten Bewertungsstufe, wenn Substanzen schneller abbauen. Dies ist unlogisch und setzt möglicherweise falsche Anreize für Antragsteller. Am Beispiel von Regenwürmern haben zudem Vergleiche der ersten Stufe der Risikobewertung mit Ergebnissen aus Feldstudien gezeigt, dass die bisherige Bewertungs-Prozedur die Risiken nicht systematisch unterschätzt, sondern in der Regel überschätzt (Christl et al. 2026). Um die zeitlich variable Exposition in der Risikobewertung zu berücksichtigen, wird daher vorgeschlagen, den zeitlichen Verlauf der Konzentrationen der RAC (Regulatory Acceptable Concentration; NOEC oder EC₁₀, dividiert durch TER Trigger Wert von 5) und den des PECs gegenüberzustellen (also für beide Elemente der Risikobewertung, Effekt (RAC) und Exposition (PEC), Abb. 1), und somit das Risiko in der zeitlichen Auflösung zu bewerten.

In der Abbildung 1 sind Beispiele aufgeführt, die mögliche Situationen visualisieren: Ist die RAC über den relevanten Zeitraum stets größer als der PEC, wird mit dem jetzigen Bewertungsansatz das Risiko nicht unterschätzt (siehe RAC_2 gegenüber PEC für eine Applikation). Szenarien mit einer vorgesehenen Applikation wären nur dann problematisch, wenn der Abbau der Substanz in der Laborstudie schneller vonstattengehe (siehe Abb. 1, RAC_1) als unter realen Bedingungen (PEC, schwarze durchgehende Linie). Dann wären die Organismen, über die Zeit integriert, geringeren Konzentrationen ausgesetzt. Dies ist jedoch unwahrscheinlich, da der Abbau vorwiegend mikrobiell erfolgt und die mikrobielle Aktivität in künstlichen Böden des ökotoxikologischen Testsystems wahrscheinlich geringer ist als in natürlichen Böden (Aderjan et al., Ernst et al. 2025). Dies würde im ökotoxikologischen Test wiederum zu höheren Konzentrationen über die Zeit führen (Abb. 1, grüne Kurve). Das würde bedeuten, dass das bisherige Bewertungsschema das Risiko nicht

systematisch unterschätzt, sondern wahrscheinlich sogar überschätzt.

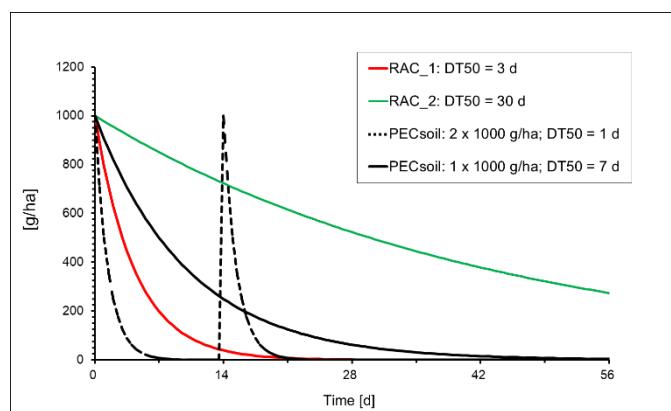


Abb 1: Hypothetische Beispiele über den zeitlichen Verlauf der RACs [regulatory acceptable concentrations (z.B. NOEC / 5)] und der PECs im Boden (predicted environmental concentrations) für unterschiedliche Halbwertszeiten und Anwendungsbeispiele.

Potenziell problematisch sind jene Fälle, in denen Substanzen generell schnell abbauen und mehrere Applikationen in der Anwendung des Pflanzenschutzmittels vorgesehen sind (Abb. 1, PEC für 2 x 1000 g/ha). In den Standard-Testsystemen (OECD 222, 226, 232) erfolgt die Applikation immer zu Beginn der Studie; wiederholte Applikationen sind bisher nicht vorgesehen und schwierig durchzuführen. Nach den EU-Richtlinien 283/2013 und 284/2013 (EC 2013 a,b) soll die Testsubstanz homogen in den Boden eingemischt werden, was jedoch im Fall von wiederholten Applikationen zu einer zu großen Störung des Testsystems führen würde, da die Tiere verletzt und Validitäts-Kriterien möglicherweise nicht erfüllt würden. Spätere Expositionsspitzen durch Mehrfachanwendungen können daher im Testsystem nicht einfach simuliert werden. Eine Einfachapplikation im Testsystem führt bei schnell abbauenden Substanzen folglich zu der Situation, dass die RAC im zeitlichen Vergleich den PEC unterschreiten kann (Abb. 1). Es ergibt sich daraus die Frage, ob eine höhere integrierte Exposition im Testsystem (höhere „area under the curve“, z.B. RAC_2 in Abb. 1), spätere, jedoch zeitlich kürzere Expositionsspitzen des PECs mit abdeckt (Annahme von Reziprozität, d.h., die integrierte Konzentration über die Zeit bestimmt den Effekt), oder ob späte Expositionsspitzen unerwartete Effekte verursachen können, die im OECD- Test-Szenario mit einer Applikation (zu Beginn des Tests) nicht erfasst wurden. Dass Effekte dem Prinzip der Reziprozität folgen, wäre eine Voraussetzung für die Verwendung eines twa-PECs anstelle des PECmax (Ernst et al. 2025). In der Literatur ist beispielsweise ein modifizierter OECD 222 Test für den Regenwurm *Eisenia fetida* beschrieben, in dem die Annahme der Reziprozität, unter Berücksichtigung der Simulation wiederholter Applikationen, experimentell überprüft werden könnte (Rakel et al. 2024). Zusätzlich könnte hier die toxiko-kinetische und toxiko-dynamische (TKTD) Effekt Modellierung (Rakel et al. 2024) Unterstützung liefern und für beliebige Expositionsszenarien eine Effekt-

Bestimmung simulieren, und somit Unsicherheiten in der Risikobewertung reduzieren. Jedoch besteht weiterhin Unklarheit, ob diese neuen Ansätze regulatorisch akzeptabel sind und diesem Kontext verwendet werden können.

Schlussfolgerungen

Eine Aktualisierung der technischen OECD-Regelwerke (OECD 222, 226, und 232) ist notwendig, um Klarheit in der praktischen Durchführung der Studien, sowohl für Laborinstitute als auch für Antragsteller und Bewertungsbehörden, zu schaffen. Bei der Anwendung von ökotoxikologischen Endpunkten in der Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln, die den zeitlichen Abbau der Substanzen im Testsystem berücksichtigen, besteht die Gefahr, dass schnell abbauende Substanzen gegenüber persistenten Substanzen bei gleicher Toxizität schlechter gestellt werden, und somit falsche Anreize geschaffen werden. Eine zeitliche Betrachtung des RAC gegenüber dem PEC kann ein Ansatz darstellen, das Risiko unter Berücksichtigung des Abbaus von Substanzen realistischer abzubilden. Weitere Forschung ist notwendig um 1) die Annahme der Reziprozität experimentell zu überprüfen, als Voraussetzung für die Verwendung des twa-PEC anstelle des PECmax, 2) wiederholte Anwendungen im Labortest zu simulieren, sowie 3) TKTD Effekt Modelle für Bodenorganismen weiterzuentwickeln, um die Effekte von zeitlich variabler Exposition im Boden flexibel zu adressieren.

Literaturverzeichnis

- Aderjan E., Wagenhoff E., Kandeler E., Moser T. (2023). Natural soils in OECD 222 testing—fluence of soil water and soil properties on earthworm reproduction toxicity of Carbendazim. *Ecotoxicology*, 32, 403–415.
- Christl H., Bendall J., Bergtold M., Coulson M., Dinter A., Garlej B., Hammel K., Kabouw P., Sharples A., Mérey G., Vrbka S., Ernst G. (2016). Recalibration of the earthworm Tier 1 risk assessment of plant protection products. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 12(4), 643–650.
- [CZSC] Central Zone Steering Committee (2023). Working document on risk assessment of plant protection products in the Central Zone. Central Zone Steering Committee. Version 2.0. <https://circabc.europa.eu/ui/group/0b40948d-7247-4819-bbf9-ecca3250d893/library/d5076189-cfdc-4d77-b166-187c09e417c9/details>. [Date accessed October 3, 2025].
- [EC] European Commission. (2002). Guidance document for terrestrial ecotoxicology under council directive 91/414. European Commission Health & Consumer Protection Directorate- General, Directorate E - Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions, E1 - Plant health, 17 October 2002.
- [EC] European Commission. (2009). Regulation (EC) No. 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. Official Journal of the European Union, L309, 1–50.
- [EC] European Commission. (2011). Commission Regulation (EU) No 546/2011 of 10 June 2011 implementing Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council as regards uniform principles for evaluation and authorisation of plant protection products. Official Journal of the European Union, L155, 127–175.
- [EC] European Commission. (2013a). Commission Regulation (EU) No 283/2013 of 1 March 2013 setting out the data requirements for active substances, in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market. Official Journal of the European Union, L93, 1–84
- [EC] European Commission. (2013b). Commission Regulation (EU) No 284/2013 of 1 March 2013 setting out the data requirements for plant protection products, in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market. Official Journal of the European Union, L93, 85–152.
- Ernst G., Bottoms M., Marx M., Neuöhner J., Preuss T., Schimera A., Sharples A., Staab F. (2025). Analytics in laboratory effect studies with soil invertebrates—technical challenges and implications for soil risk assessment of plant protection products. *Integrated Environmental Assessment and Management*, <https://doi.org/10.1093/intteam/vjaf057>.
- [OECD] Organization for Economic Co-operation and Development (2016a). Earthworm reproduction test (*Eisenia fetida/Eisenia andrei* (No. 222). OECD guidelines for the testing of chemicals.
- [OECD] Organization for Economic Co-operation and Development (2016b). Collembolan reproduction test in soil (No. 232). OECD guidelines for the testing of chemicals.
- [OECD] Organization for Economic Co-operation and Development (2016c). Predatory mite (*Hypoaspis [Geolaelaps] aculeifer*) reproduction test in soil (No. 226). OECD guidelines for the testing of chemicals.
- Rakel K., Roeben V., Ernst G., Gergs A. (2024). Advancing soil risk assessment: A novel earthworm cocoon test with a complementary toxicokinetic-toxicodynamic modelling approach. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 43, 2377–2386.

Korrespondenzadresse

Dr. Gregor Ernst
Bayer AG, CropScience Division
Alfred-Nobel-Strasse 50
40789 Monheim
Email: gregor.ernst@bayer.com

Umweltchemie in Studiengängen in Deutschland

Gerhard Lammel¹⁻³ und Ivana Ivančev-Tumbas⁴

¹ Max-Planck-Institut für Chemie, Abtlg. Multiphasen-Chemie, Mainz, Germany

² Masaryk University, Faculty of Sciences, RECETOX, Brno, Czech Republic

³ Johannes Gutenberg-Universität, Fachbereich Chemie, Pharmazie, Geographie und Geowissenschaften, Mainz, Germany

⁴ University of Novi Sad, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection, Novi Sad, Serbia

Universitäre Studiengänge sind die notwendige Voraussetzung für Erhalt und Weiterentwicklung einer Fachdisziplin, wie auch für den Transfer des Wissens in den gesellschaftlichen Raum, in Behörden und Unternehmen. In Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele (UN 2025) ist die Gesellschaft darauf angewiesen, dass umweltchemisches Wissen auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen in unterschiedlichen Sektoren der Wirtschaft und in den Behörden eingebracht wird, dass Probleme benannt und Lösungswege aufgezeigt werden. Sowohl in Forschung wie auch in Lehre ist Umweltchemie als ein per se interdisziplinäres Fach, oftmals in Projekten bzw. Studiengängen enthalten ohne, dass dies unmittelbar, etwa am Titel erkennbar wäre (Lammel et al., 2009, 2014). Die Ausbildung des Nachwuchses von Umweltchemikern zu sichern, obliegt jedoch niemandem und Mittelverknappungen für Forschung und die Benachteiligung interdisziplinärer Fächer in der Forschungsförderung gaben durchaus Anlass, die Bedeutung des Faches für Deutschland zu betonen (Lammel, 2009; Schaeffer et al., 2009).

Verbreitung in der Hochschullandschaft

Die Verbreitung und Repräsentation des Faches Umweltchemie an Hochschulen wurde mittels einer Erhebung der Division of Chemistry and the Environment (DCE) der EuChemS in 2011/12 untersucht. Es wurden 336 Studiengänge mit umweltchemischen Inhalten in Europa erfasst, wovon 50 an deutschen Hochschulen angeboten wurden (Lammel et al., 2014). Für das Studienjahr 2024/25 wurde eine neue, Fragebogen-basierte Erhebung durchgeführt (DCE, 2024; Ivančev-Tumbas et al., 2024), aus deren Ergebnissen hier Daten für Deutschland zusammengefasst sind.

Es wurden 27 und 34 Studiengänge mit Abschluss BSc bzw. MSc, 1 und 2 mit Abschluss BEng bzw. MEng, sowie 1 mit Abschluss Diplom gefunden (Tabelle 1). Die allermeisten der gefundenen Studiengänge waren schon 2012 angeboten; viele wurden scheinbar kaum, einige wenige wurden deutlich modifiziert. So wurde z.B. aus MSc Ökotoxikologie in Landau (ehemals U Koblenz-Landau) MSc Umweltwissenschaften (RPTU Kaiserslautern-Landau) und aus BSc Umweltanalytik an der HS Emden-Leer BSc Technology of Circular Economy. Neu angeboten (gegenüber 2012) werden u.a. die Studiengänge BSc Umweltwissenschaften an der U Mainz, BSc Nachwachsende Rohstoffe und Bioressourcen an der U Gießen und MSc Atmospheric and Climate Sciences an der U Frankfurt. Nicht mehr angeboten (anders als 2012) wird der

Studiengang MSc Umweltanalytik und -chemie an der U Halle-Wittenberg.

Die Umweltchemie ist zwar in sich interdisziplinär, insofern sie auf chemische (physikalische, anorganische und organische Chemie) und geowissenschaftliche (Meteorologie, Ozeanographie, Hydrologie, Bodenkunde) Fächer aufbaut. Alle Umweltchemie beinhaltenden Studiengänge sind multidisziplinär, insofern sie Chemie und Physik mit Geowissenschaften, Toxikologie, Ingenieurwissenschaften, Ökonomie und anderen, mehr angewandten Fächern kombinieren. Der Anteil umweltchemischer Lehrinhalte am Curriculum variiert sehr stark, was an den Namen der Studiengänge oftmals nicht hinreichend kenntlich ist. Hier wurden Studiengänge erfasst, in deren Studienplänen minimal ein Wahlpflicht-Modul gefunden wurde, das umweltchemische, luftchemische oder wasserchemische Inhalte vermittelt. Ein Modul entspricht 5-10 von zumeist 180 bzw. 120 ECTS-Punkten eines BSc- oder MSc-Curriculums. Viele Module sind der Umweltchemie gewidmet in explizit umweltchemischen Studiengängen. Solche werden in Deutschland derzeit nur in Bayreuth (‘MSc Umweltchemie’) und an der U Duisburg-Essen (‘MSc Water Science’) angeboten. Die Inhalte der Studiengänge ‘Umweltwissenschaften’ unterscheiden sich durch Schwerpunktsetzung in Natur-, Ingenieur- und auch Sozialwissenschaften zum Teil sehr. Außerhalb von Hochschulen, getragen von der GDCh, Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie, und der SETAC, German Language Branch, wird Umweltchemie im Postgradualstudium Ökotoxikologie [Abschluss ‘Fachökotoxikologe/-in (GDCh/SETAC GLB)’] angeboten (GDCh-UÖ, 2025).

Tabelle 1. Studiengänge mit umweltchemischen Inhalten, nach Hochschulort (alphabetisch) geordnet

| Hochschule | Fachbereich oder Fakultät | Studiengang | Degree |
|--|--|--|-------------|
| RWTH Aachen | Biologie | Ökotoxikologie und Umweltwissenschaften | MSc |
| URL: https://www.biologie.rwth-aachen.de/cms/biologie/Studium/Studiengaenge/Masterstudiengaenge/~blypeu/Oekotoxikologie-und-Umweltwissenschaften/ | | | |
| U Bayreuth | Biologie, Chemie und Geowissenschaften | Geoökologie- Umweltnaturwissenschaften | BSc und MSc |
| URL: https://www.uni-bayreuth.de/bachelor/geoökologie-umweltnaturwissenschaften , https://www.uni-bayreuth.de/master/geoökologie-umweltnaturwissenschaften | | | |
| | | Environmental Chemistry ^a | MSc |
| URL: https://www.uni-bayreuth.de/master/environmental-chemistry | | | |
| TU Berlin | Prozesswissenschaften | Technischer Umweltschutz | BSc und MSc |
| URL: https://www.tu.berlin/studieren/studienangebot/gesamtes-studienangebot/studiengang/technischer-umweltschutz-b-s | | | |
| TH Bingen | Life Sciences and Engineering | Umweltschutz | BSc |
| URL: https://www.th-bingen.de/studiengaenge/umweltschutz | | | |
| | | Klimaschutz und Klimaanpassung | BSc |
| URL: https://www.th-bingen.de/studiengaenge/klimaschutz-und-anpassung | | | |
| TU Braunschweig | Architektur Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften | Umweltwissenschaften | MSc |
| URL: https://www.tu-braunschweig.de/studienangebot/umweltnaturwissenschaften-master | | | |
| HS Bremen | Architektur Bau und Umwelt | Umwelttechnik | BSc |
| URL: https://www.hs-bremen.de/studieren/studiengang/internationaler-studiengang-umwelttechnik-b-sc | | | |
| U Bremen | Physik/Elekrotechnik | Umwelphysik ^{ac} | MSc |
| URL: https://www.uni-bremen.de/fb1/studium/studiengaenge/environmental-physics-pep-msc | | | |
| BTU Cottbus-Senftenberg | Umwelt- und Naturwissenschaften | Environmental and Resource Management ^a | BSc MSc |
| URL's: https://www.b-tu.de/environment-bs/ und https://www.b-tu.de/environment-ms/ | | | |
| | | Life Science and International Health | BSc |
| URL: https://www.b-tu.de/life-science-international-health-bs | | | |
| TU Dresden | Umweltwissenschaften | Hydrowissenschaften | BSc |
| URL: https://tu-dresden.de/studium/vor-dem-studium/studienangebot/sins/sins_studiengang?autoid=24362 | | | |
| | | Wasserwirtschaft | MSc |
| URL: https://tu-dresden.de/bu/umwelt/hydro/studium/studienangebot/master/master_ww | | | |
| U Duisburg-Essen | Chemie | Water Science | BSc und MSc |
| URL: https://www.uni-due.de/water-science/index_en.php | | | |
| | Biologie | Environmental Toxicology | MSc |
| URL: https://www.uni-due.de/studienangebote/studiengang.php?id=40 | | | |
| | Ingenieurwissenschaften | Management and Technology of Water and Waste Water | MSc |
| URL: https://www.uni-due.de/Wassertechnik/MTW3.shtml | | | |
| HS Emden-Leer | Technik | Technology of Circular Economy ^a | MEng |
| URL: https://www.hs-emden-leer.de/studierende/fachbereiche/technik/studiengaenge/technology-of-circular-economy-master | | | |
| U Frankfurt | Geowissenschaften Geographie | Umweltwissenschaften | MSc |
| URL: https://www.uni-frankfurt.de/116545429/Umweltwissenschaften_M_Sc | | | |
| | | Atmospheric and Climate Sciences ^a | MSc |
| URL: https://www.goethe-university-frankfurt.de/169804012/M_Sc_Atmospheric_and_Climate_Sciences | | | |
| TU Bergakademie Freiberg | Chemie Physik Biowissenschaften | Chemie | Dipl MSc |
| | Geowissenschaften Geotechnik Bergbau | Geoökologie Applied Geosciences | MSc MSc |

Originalbeiträge

| | | | |
|---|---|--|--------------------------------------|
| U Gießen | Agrarwissenschaften Ökotrophologie und Umweltmanagement | Umwelt und globaler Wandel | BSc |
| URL: https://www.uni-giessen.de/en/study/courses/ba/em/index | | | |
| U Gießen | Agrarwissenschaften Ökotrophologie und Umweltmanagement | Nachwachsende Rohstoffe und Bioressourcen | BSc |
| URL: https://www.uni-giessen.de/de/studium/studienangebot/bachelor/nrb | | | |
| U Greifswald | Mathematik und Naturwissen- schaften /Physik /Biochemie | Umweltwissenschaften | BSc MSc |
| URL's: https://physik.uni-greifswald.de/studium/bsc-umweltwissenschaften/ https://www.uni-greifswald.de/studium/vor-dem-studium/studienangebot/studienfaecher/u/umweltwissenschaften-master/ | | | |
| TU Hamburg | Bau- und Umweltingenieurwesen | Environmental Engineering ^a | MSc |
| https://www.tuhh.de/tuhh/studium/vor-dem-studium/studienangebot/international-study-programs/environmental-engineering | | | |
| HS Hamm-Lippstadt | | Umweltmonitoring und Forensische Chemie | BEng |
| URL: https://www.hshl.de/studieren/studiengaenge/bachelorstudiengaenge/umweltmonitoring-und-forensische-chemie/ | | | |
| | | Umwelt- und Gefahrstoffanalytik | MSc |
| URL: https://www.hshl.de/studieren/studiengaenge/masterstudiengaenge/umwelt-und-gefahrenstoffanalytik/ | | | |
| U Heidelberg | Chemie und Geowissenschaften | Geowissenschaften | BSc ^b MSc ^b |
| URL's: https://www.uni-heidelberg.de/de/studium/alle-studienfaecher/geowissenschaften/geowissenschaften-bachelor-100 https://www.uni-heidelberg.de/de/studium/alle-studienfaecher/geowissenschaften/geowissenschaften-master | | | |
| U Jena | Chemie und Geowissenschaften | Chemie Energie Umwelt | MSc |
| URL: https://www.uni-jena.de/6525/m-sc-chemie-energie-umwelt | | | |
| Karlsruher Institut für Technologie | Natürliche und gebaute Umwelt | Geoökologie | BSc MSc |
| URL's: https://www.sle.kit.edu/vorstudium/bachelor-geoökologie.php https://www.sle.kit.edu/vorstudium/master-geoökologie.php | | | |
| RPTU Kaiserslautern -Landau | Natur- und Umweltwissenschaften | Umweltwissenschaften | BSc MSc |
| URL's: https://nuw.rptu.de/institute/ies/studium-lehre/bsc-umweltwissenschaften https://rptu.de/studienangebot/23101/Environmental_Sciences-Natur_und_Umweltwissenschaften-master | | | |
| U Leipzig | Chemie | Chemie | MSc |
| URL: https://www.uni-leipzig.de/studium/vor-dem-studium/studienangebot/studiengang/course/show/chemie-m-sc | | | |
| TH Lübeck | Angewandte Naturwissenschaften | Nachhaltige Chemie | MSc |
| URL: https://www.th-luebeck.de/studium/studienangebot/studiengaenge/nachhaltige-chemie-msc/uebersicht/ | | | |
| Leuphana U Lüneburg | Nachhaltigkeit | Umweltwissenschaften | BSc |
| URL: https://www.leuphana.de/college/bachelor/umweltwissenschaften.html | | | |
| | | Global Environmental and Sustainability Studies | BSc |
| URL: https://www.leuphana.de/college/bachelor/global-environmental-and-sustainability-studies.html | | | |
| U Mainz | Physik Mathematik und Informatik | Umweltwissenschaften ^c | BSc |
| URL: https://www.studium.fb08.uni-mainz.de/meteorologie/b-sc-umweltwissenschaften/ | | | |
| U Münster | Geowissenschaften | Geowissenschaften | BSc MSc |
| URL: https://www.uni-muenster.de/StudiengangGeowissenschaften/imbachelor/index.html https://www.uni-muenster.de/StudiengangGeowissenschaften/immaster/index.html | | | |
| HfWU Nürtingen- Geislingen | Umwelt Gestaltung Therapie | Umweltschutz | MEng |
| URL: https://www.hfwu.de/studium/studienangebot/umweltschutz/#c97818 | | | |
| U Oldenburg | Mathematik und Naturwissenschaften | Umweltwissenschaften | BSc |
| URL: https://uol.de/uwi-bsc | | | |
| | | Marine Umweltwissenschaften | MSc |
| URL: https://uol.de/muwi-msc | | | |

| | | | |
|--|---|--|------------|
| U Osnabrück | Mathematik Informatik Physik | Umweltystemanalyse | BSc |
| URL: https://www.usf.uni-osnabrueck.de/studium_und_lehre/studiengaenge/bachelor317.html | | | |
| | | Umweltsysteme und Ressourcenmanagement | MSc |
| URL: https://www.usf.uni-osnabrueck.de/studium_und_lehre/studiengaenge/bachelor3123.html | | | |
| U Stuttgart | Bau- und Umweltingenieurwissenschaften | Umweltschutztechnik | BSc MSc |
| URL's : https://www.uni-stuttgart.de/studium/bachelor/umweltschutztechnik-b.sc./ https://www.uni-stuttgart.de/studium/studienangebot/Umweltschutztechnik-M.Sc./ | | | |
| U Trier | Raum- und Umweltwissenschaften | Umweltwissenschaften Environmental Sciences | BSc MSc |
| URL's: https://www.uni-trier.de/studium/studienangebot/studienfaecher/studiengang?sgaid=360&cHash=4 https://www.uni-trier.de/studium/studienangebot/studienfaecher/studiengang?sgaid=170&cHash=0f8b92b0f797d60d314d35c8ecc1df54d4073c9a318c684b18d3bb4772c1b8 | | | |
| | | Umweltbiowissenschaften | BSc MSc |
| URL's https://www.uni-trier.de/studium/studienangebot/studienfaecher/studiengang?sgaid=99&cHash=7d1e05dae33ec55d721dc73009fbf2ba https://www.uni-trier.de/studium/studienangebot/studienfaecher/studiengang?sgaid=99&cHash=7d1e05dae33ec55d721dc73009fbf2ba | | | |
| U Tübingen | Mathematik und Naturwissenschaften /Geowissenschaften | Geoökologie | BSc MSc |
| URL's: https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/fachbereiche/geowissenschaften/studium/studiengaenge/geooekologie/bsc-geoekologie/ https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/fachbereiche/geowissenschaften/studium/studiengaenge/geooekologie/bsc-geoekologie/ | | | |
| | | Umweltnaturwissenschaften | BSc |
| URL: https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/fachbereiche/geowissenschaften/studium/studiengaenge/umwelt-naturwissenschaften/ | | | |
| | | Applied and Environmental Geoscience | MSc |
| URL: https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/fachbereiche/geowissenschaften/studium/studiengaenge/applied-environmental-geoscience | | | |
| BU Wuppertal | Mathematik und Naturwissenschaften /Chemie und Biologie | Chemie | MSc |
| URL: https://www.chemie.uni-wuppertal.de/de/studium-und-lehre/chemie-master/ | | | |
| HS Zittau | Natur- und Umweltwissenschaften | Umweltwissenschaften | BSc |
| URL: https://www.hszg.de/studium/unsere-studiengaenge/bachelor/umweltwissenschaften-bachelor-studium | | | |

^a Unterrichtssprache englisch

^b mit Wahlpflichtmodul Umweltgeochemie

^c mit Schwerpunkt Atmosphäre und Klima

Umweltchemische Bildung unter dem Blickwinkel gesellschaftlicher Bedarfe

Es fällt auf, dass insgesamt naturwissenschaftliche Fachbereiche zwar dominieren, dass es darin aber zumeist nicht die chemischen Institute sind, die den Studiengang primär anbieten: Häufiger sind es Geowissenschaften oder angewandte Wissenschaften. Die umweltchemischen Lehrinhalte in diesen interdisziplinären Studiengängen sind häufig Kompartiment-spezifisch, während Kompartiment-übergreifende Chodynamik kaum oder gar nicht inkludiert ist. Atmosphärenchemie, Wasserchemie, und Bodenchemie haben sich jeweils

aus Geo- und Ingenieurwissenschaften, der Chemie und der Physik zu stark interdisziplinären Wissenschaften entwickelt, ohne wesentlichen Austausch untereinander. Der der Chemie eigene, spezifische Blickwinkel auf den Stoff und möglicherweise Kompartiment-übergreifendes Stoffverhalten drängt sich in der Entwicklung der Subdisziplinen zu selten auf, und wird, obwohl relevant für Lösungsstrategien vielleicht deshalb in weiten Bereichen nicht genutzt.

Tatsächlich finden sich umweltchemische Lehrinhalte in sehr unterschiedlichen Studiengängen wieder (siehe Tab. 1). Dies spiegelt offenbar auch die Bedeutung wider, die Wissen um

Verhalten und Wirkungen von Chemikalien (incl. Begleit- und Abfallstoffen) in der Umwelt für die Ausbildung von Experten in sehr verschiedenen Berufen und Berufsfeldern hat. Umweltchemie ist relevant für Anwender und Entscheider außerhalb der Akademie; sie sollte nachhaltige Chemie, Umwelttechnik, Regulatorik und nachhaltige Entwicklung insgesamt inspirieren und stimulieren (Ali and Kahn, 2017). Neuartige Anforderungsprofile für Berufsfelder ergeben sich häufig angestoßen von Umweltproblemen, integrativen und damit multidisziplinär verankerten Lösungsstrategien (z.B. in den Ingenieurwissenschaften), und/oder gesetzlichen Reformen (Regulatorik).

Design und Ausrichtung umweltchemischer Bildungs- und Fortbildungsprogramme sind gefordert, das wesentliche Wissen und die wesentlichen Fähigkeiten zu identifizieren, die Chemiker, Umweltchemiker, sowie Experten und Techniker anderer involvierter Disziplinen und Studiengängen benötigen, um in unterschiedlich zusammengesetzten Teams Lösungsstrategien und Lösungen erarbeiten zu können. Und dies gilt es, kontinuierlich nachzustimmen.

Literatur

- Ali H., Kahn E., 2017. Environmental Chemistry in the twenty-first century, *Environ. Chem. Lett.* 15, 329–346
- DCE, 2024. Division of Chemistry and the Environment (DCE) of the European Chemical Society. EuChemS-DCE survey on representation of environmental chemistry in programmes of higher education, URL: <https://www.euchems.eu/dce-survey-on-ec-in-higher-education/>
- GDCh-UÖ, 2025. Postgradualstudium Ökotoxikologie, URL: <https://www.gdch.de/netzwerk-strukturen/fachstrukturen/umweltchemie-oekotoxikologie/postgradualstudium.html>
- Ivančev-Tumbas I., Lammel G., Horváth K., de Lange W.T., Šebej P., Horvat M., Ogrinc N., Milić N., Kallenborn R., Stenström Y., 2024. Academic education in Environmental Chemistry in Europe - addressing future challenges in research and regulation, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 31, doi:10.1007/s11356-024-34524-y
- Lammel G., 2009. Anmerkungen zu den Randbedingungen, unter denen wissenschaftliche Forschung auf unseren Fachgebieten und allgemein am Wissenschaftsstandort Deutschland derzeit betrieben wird. *Mitt. Umweltchem. Ökotox.* 15, 88-89
- Lammel G., Scheringer M., Fischer K., 2009. Umweltchemie und Ökotoxikologie in Deutschland - Entwicklungstrend des Faches gemessen an der Publikationsproduktivität, *Umweltwiss. Schadstoffforschung - Umweltwiss. Schadst. Forsch.* 21, 407–411
- Lammel G., Jover Comas E., Ivančev-Tumbas I., 2014. Higher education in environmental sciences with chemistry emphasis: Bachelor and master programmes in Europe, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 21, 7211-7218
- Schaeffer A., Hollert H., Ratte H.T., Ross-Nickoll M., Filser J., Matthies M., Oehlmann J., Scheringer M., Schulz R., Seitz A., 2009. An indispensable asset at risk: merits and needs of chemicals-related environmental sciences. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 16, 410-413
- UN, 2025. United Nations, The Sustainable Development Goals Report 2025, 51 pp., URL: <https://sdgs.un.org/goals>

Arbeitsgruppe Bodenkunde und Bodenressourcen am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum (RUB)

Seit April 2024 wird die Arbeitsgruppe Bodenkunde und Bodenressourcen des Geographischen Instituts von Prof. Dr. rer. nat. Ines Mulder geleitet. Das bodenkundlich und physisch-geographische Labor wird von Dr. rer. nat. Stefanie Heinze geleitet.

Schwerpunkte der Professur liegen auf dem Gebiet der Bodenchemie und der Mineralogie des Bodens einerseits und auf boden(-mikro-)biologischen Aktivitäten andererseits. Die Motivation unserer Forschung ist es, Wirkungszusammenhänge zwischen anthropogenem Handeln und bodenkundlichen Funktionen und Prozessen zu entschlüsseln. Angesichts der zunehmenden urbanen Flächenausdehnung wird es für eine nachhaltige Entwicklung von entscheidender Bedeutung sein, landwirtschaftliche Böden und ihre Qualität in stadtnahen Regionen zu erhalten. Dabei sind über den städtischen Konsum und anfallende (Abfall-)Stoffströme Böden in diesem Zusammenhang eng mit dem Bedarf an „Food-Fiber and Fuel“ an urbane aber auch periurbane und ländliche Räume geknüpft, die somit ebenfalls anthropogen geprägt sind. Bedingt durch unseren Standort im Ruhrgebiet und vor dem Hintergrund unseres Institutsschwerpunktes *Transformation Metropolitaner Regionen* stehen dabei häufig urbane Räume im Fokus unseres Interesses.

Zentrale Forschungsthemen der Arbeitsgruppe für Bodenkunde und Bodenressourcen sind:

1. Böden als Filter- und Puffer von Schadstoffen
2. Böden als Regulatoren in Nährstoff- und Kohlenstoffkreisläufen
3. Mineral-organische Interaktionen und Transformationen in Böden

Konkret nutzen wir für das Studium zum Verbleib und den Effekten von Desinfektionsmitteln in Böden (und deren möglichen Beitrag zu vermehrten Antibiotikaresistenzgenen in der Umwelt) ein Extraktionsverfahren mit organischem Lösemittel gefolgt von UHPL-MS/MS Analyse. Mithilfe dieser Methode konnten wir bereits nachweisen, dass die Stoffgruppe der Quartären Alkylammoniumverbindungen (QAACs) sich in Böden über die Zeit anreichert und auch in Deutschland nahezu ubiquitär vorkommt. Im Rahmen weiterer DFG-gefördeter Projekte konnten wir zeigen, dass Schwebstoffe in Flüssen Deutschlands transportiert werden und in Sedimenten der Flussauen zur Ablagerung kommen. Die Verbreitung, die Persistenz und die potenziellen Effekte der QAACs bieten Anlass zu weiterer Forschung auf diesem Gebiet, insbesondere zur Identifikation relevanter Ab- und Umbauprozesse und der Pflanzenaufnahme. Perspektivisch möchten wir daher am Standort auch die Möglichkeiten der hochauflösenden Massenspektrometrie weiter ausbauen.

Des Weiteren untersuchen wir mittels ICP-OES potenziell toxische Elemente in Bodenextrakten, um beispielsweise die Effektivität von Remediationsmaßnahmen oder Gefährdungspotenziale bewerten und abschätzen zu können.

Durch die Zentrale Einrichtung für Ionenstrahlen und Radioisotope (RUBION) können an der RUB Sorptions- und Inkubationsstudien mit ¹⁴C markierten Substanzen durchgeführt werden, die wir vor allem zur Aufklärung mikrobieller Stoffumsätze nutzen. Beispielsweise ermöglichen diese Studien interessante Einblicke in die mikrobielle „Carbon-Use Efficiency“ der zuvor an verschiedenen Bodenmineralen sortierten Modellsubstanzen. Die durch das jeweilige Mineral dominierte Desorbierbarkeit der ¹⁴C-markierten Modellsubstrate bestimmt dabei deren mikrobiellen Umsatz.

Im Labor der Physischen Geographie untersuchen wir verschiedene Kohlenstoffpools in Böden. Rountinemäßig differenzieren wir organische und anorganische Kohlenstoffgehalte, die gelösten organischen Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte und die mikrobielle Biomasse.

Neben Inkubationsversuchen zum Kohlenstoff- und Nährstoffumsatz können wir mit fluoreszierenden Substrat-Farbstoffen die Aktivität von Enzymen bestimmen und Aussagen zur Nährstoffversorgung von Böden treffen. Zudem können wir mithilfe eines Ultraschall-Siebverfahren und unserer Hochgeschwindigkeitszentrifuge zwischen partikulärer organischer Substanz, die eher schnellen Umsätzen ausgesetzt ist und der mineral-assoziierten organischen Substanz, die durch längere Verweildauern im Boden gekennzeichnet ist, differenzieren, und für alle Fraktionen die C und N Gehalte bestimmen.

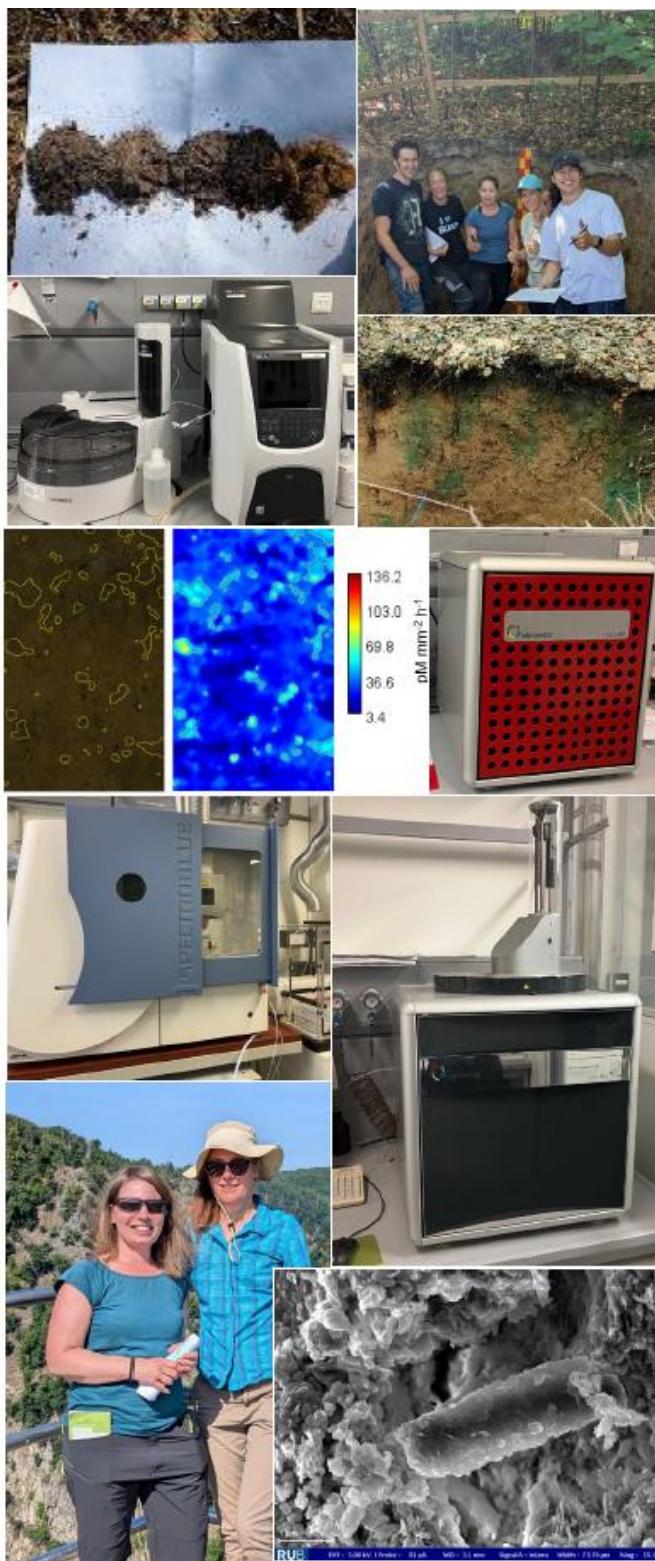
Aus Böden isolierte Mineralphasen können in den Laboren der Fakultät für Geographie und Geowissenschaften raster-elektronen-mikroskopisch und mittels Röntgendiffraktometrie charakterisiert werden.

Zusammenfassend arbeiten wir mit prozessorientierten bodenkundlichen Analysen, einer engen Verbindung von Forschung und Lehre zu aktuellen Fragestellungen der Bodenkunde und begreifen Böden neben Wasser und Luft als lebensnotwendige schützende Ressource.

Das Team der AG Bodenkunde und Bodenressourcen möchte in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Forschungsinstitutionen zu einer erkenntnisgeleiteten wissenschaftlichen Grundlagenforschung beitragen aber auch den Transfer von Erkenntnissen in praktische Anwendungen vermitteln.

Wir freuen uns, wenn Sie bei Interesse Kontakt zu uns aufnehmen!

Kurz vorgestellt



Kontakt:

Prof. Dr. Ines Mulder (ines.mulder@rub.de)
Dr. Stefanie Heinze, Laborleiterin (Stefanie.heinze@rub.de)
AG Bodenkunde und Bodenressourcen
Ruhr Universität Bochum
Fakultät für Geographie und Geowissenschaften
Geographisches Institut
Universitätsstr. 150
44801 Bochum

Links:

<https://www.geographie.ruhr-uni-bochum.de/boden/index.html.de>

<https://www.geographie.ruhr-uni-bochum.de/ueberuns/labor/index.html.de>



UMW Umweltmonitoring, als Einzelunternehmen 1996 von Dr. Monica Wäber gegründet, ist spezialisiert auf die Konzeption und Umsetzung von Umweltuntersuchungen. Mit seinem interdisziplinären Expertenteam verfügt UMW Umweltmonitoring über eine besondere Kombination aus Fachwissen in der Umwelttechnik, Expertise in der Umsetzung und der strategischen Kommunikationsberatung. Unsere Arbeitsfelder sind u.a.:

Umweltprojektmanagement

Unsere Kompetenz ist, die Ziele unserer Kunden präzise zu erfassen und effizient zu erreichen. Wir planen, konzipieren und setzen Ihr Projekt zeit- und ressourcenorientiert um. Dazu stellen wir geeignete Teams aus erfahrenen Fachleuten und akkreditierten Laboren zusammen.

Luftschadstoffuntersuchungen

Hier liegt unser Schwerpunkt auf der Messung von Immisionswirkungen mit Biomonitoring. Mithilfe standardisierter Pflanzen als Indikatoren werden die räumliche und zeitliche Verteilung von Luftverunreinigungen in der Umwelt gemessen.



Abb. 1: Beim Biomonitoring am Flughafen München werden standardisierte Graskulturen gemäß Richtlinien VDI 3957/2 und /10 eingesetzt, hier ergänzt durch Bergerhoff-Depositionssammler, um zu untersuchen, ob durch den Flughafenbetrieb Auswirkungen auf Gemüse und Futterpflanzen feststellbar sind (Foto: FMG)

Biomonitoring

Das Biomonitoring umfasst ein breites Spektrum persistenter Stoffe, wie zum Beispiel PAK, PCB, Dioxine, Metalle, Pflanzenschutzmittel. Daneben führen wir Depositionsmessungen und

Messungen von Stickstoffverbindungen mit Passiv-Sammlern durch.

Bienenmonitoring

Als kombinierte Umwelt- und Rückstandsuntersuchung liefert es Antworten darauf, ob eine potenzielle Quelle, z.B. eine Deponie oder ein Flughafen, einen Einfluss auf die Stoffgehalte von Honig, Pollen und Wachs von Bienenköpfen aus dem Umfeld hat.



Abb. 2: Bienenmonitoring geht u. a. der Frage nach, ob das Lebensmittel Honig unbedenklich zu genießen ist, wenn es die Bienen im Umfeld von Luftschatstoffquellen, etwa Abfalldeponien oder Flughäfen, produzieren. (Foto: Monica Wäber)

Umweltkommunikation

Wir unterstützen dabei, die Ergebnisse von Umweltmessungen nicht nur auf Basis validier Daten zu ermitteln und bewerten, sondern diese auch anschaulich und transparent an alle Beteiligten zu kommunizieren.



Abb. 3: Gemüsepflanzen, hier die standardisierte Grünkohlexposition gemäß Richtlinie VDI 3957/3, ermöglichen es nicht nur Belastungen und deren Quellen zu identifizieren. Sie dienen auch in der Umweltbildung, Wirkungszusammenhänge im Wortsinn begreifbar zu machen (Foto: Günter Wicker)

Worum geht es und wie gehen wir vor?

- Dialogförderung: aktiv in den Dialog mit Stakeholdern, Behörden und der Öffentlichkeit eintreten
- Akzeptanzförderung: gezielte Kommunikationsstrategien in allen Projektphasen verfolgen
- Informationsvermittlung: komplexe fachliche Inhalte klar und anschaulich aufbereiten.
- Imageunterstützung: Kommunikationsmaßnahmen, entwickeln, um das Projektbild positiv zu begleiten.

Kurz vorgestellt

Welche Vorteile bietet Biomonitoring?

Biomonitoring erfasst als einziges Überwachungsinstrumentarium Auswirkungen der Luftqualität auf die Umwelt gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz direkt. Es steht nicht im Wettbewerb mit technischen Immissionsmessverfahren, sondern besitzt Alleinstellung. Die lebenden „Messgeräte“ liefern belastbare Aussagen zur Luftqualität, zum Einfluss und zur Abgrenzung von Emittenten. Damit können wir Immissionsprognosen überprüfen, gezielte Emissionsminderungsmaßnahmen ableiten und Gefährdungen abschätzen. Biomonitoring vermittelt Bürgern lebensnah und begreifbar, wie es um ihre Luftqualität steht. Weitgehend unabhängig von Infrastruktur kann es beinahe überall eingesetzt werden. Eine Vielzahl von Stoffen kann gleichzeitig gemessen werden. Darüber hinaus ist Biomonitoring ein kostengünstiges Verfahren und eignet sich daher zur Langzeitüberwachung.



Abb. 4: Biomonitoring, hier mit Mangold und Graskultur, wird eingesetzt, um zu ermitteln, ob und wie weit Pflanzenschutzmittel vom Anwendungsort verdriftet werden und ist Gegenstand einer aktuellen internationalen Publikation. (Foto: Frank Pompe)

Biomonitoring liefert Antworten:

ob und wie weit Pflanzenschutzmittel vom Anwendungsort weg verdriftet werden, ob von einer Anlage schädliche Luftverunreinigungen ausgehen, ob emissionsmindernde Maßnahmen Erfolg zeigen, ob in einem akuten Schadensfall Belastungen vorliegen und wie weit sie reichen, wie sich die Luftqualität einer Region entwickelt.

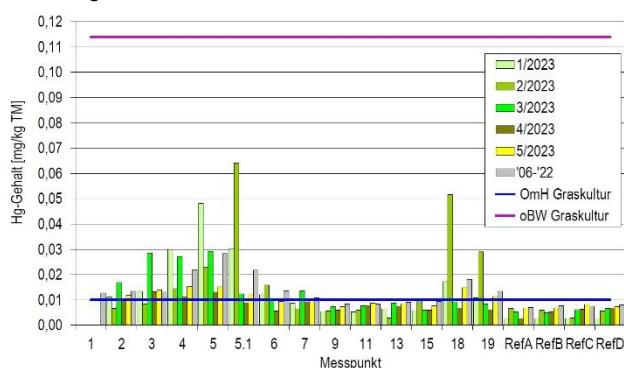


Abb. 5: Wie Biomonitoring an einer Sonderabfalldeponie eine Umweltauswirkung festgestellt hat und dadurch Umweltschäden vermieden wurden, ist nachzulesen in der Fachzeitschrift Gefahrstoffe 84 (2024) Nr. 05-06; die Grafik zeigt Quecksilbergehalte in Graskultur mit Beurteilungswerten nach Minderungsmaßnahmen.

Aufgrund jahrzehntelanger Erfahrung und Gremienarbeit für die internationale Normung wissen wir, worauf es ankommt: mit den richtigen Beurteilungsmaßstäben belastbar zu bewerten und die Ergebnisse leicht verständlich zu vermitteln.

Kontakt

Dr. Monica Wäber - UMW Umweltmonitoring
Wallbergstr. 13, 82054 Sauerlach
Tel.: 08104 / 2541 406
Internet: www.umweltmonitoring.com
Email: waeber@umweltmonitoring.com



Abb. 6: Dr. Monica Wäber, im Bild mit Frank Pompe, setzt sich für die Zukunft des Biomonitorings ein: als Mitglied im VDI Fachbeirat Umweltqualität der Kommission Reinhaltung der Luft und Vorsitzende der AG "Wirkungsfeststellung an Höheren Pflanzen" im Normenausschuss von VDI/KRdL (Foto: Günter Wicker)

Bericht aus dem Vorstand

Der Vorstand der Fachgruppe traf sich am 5. September 2025 mit Vertretern der Arbeitskreise (AK), um sich über die Themen und Herausforderungen auszutauschen. Die AK berichteten von teils sehr erfolgreichen Online-Sitzungen, etwa im AK Umweltmonitoring mit über 90 Teilnehmenden, während der AK Boden derzeit nach neuen Themenschwerpunkten sucht. Der AK Atmosphärenchemie plant eine weitere Online-Sitzung im Dezember, im AK Chemikalienbewertung wird im November ein Treffen in Präsenz in Frankfurt angeboten. In der Diskussion stellte sich heraus, dass einige Themen, die innerhalb der AKs diskutiert werden, auch für Mitglieder anderer AKs interessant sind. Der Vorstand bat die Vertreter der AKs darum, die Website möglichst aktuell zu halten und auch den Social-Media-Account der Fachgruppe zu nutzen. Der Vorstand unterstützt hierbei gerne.

Das war die „Umwelt 2025“

Die „Umwelt 2025“, die Jahrestagung unserer Fachgruppe, fand im September wieder gemeinsam mit dem SETAC GLB statt. Lokaler Ausrichter unter dem Motto „Chemisches Universum trifft planetare Grenzen“ war in diesem Jahr das Umweltbundesamt (UBA) in Dessau-Roßlau.

Über 200 Fachleute aus Forschung, Industrie und Regulatorik diskutierten auf der Tagung, wie wir die Grenzen unseres Planeten besser verstehen und schützen können. Die Mehrheit der Teilnehmenden kam aus Deutschland; es gab jedoch auch Teilnehmende aus Österreich und der Schweiz. In 3 Plenarvorträgen und ca. 90 wissenschaftlichen Kurzvorträgen wurden die aktuellen Erkenntnisse aus der Forschung und Regulatorik vorgestellt und diskutiert. Zusätzlich gab es im Forum des UBA eine Posterausstellung mit ungefähr 70 wissenschaftlichen Postern. Poster, die für den Young Scientist Award angemeldet waren, wurden zudem in zwei Poster-Corner präsentiert. Im Rahmen eines Karriere Speed Datings konnten direkte Kontakte zwischen dem wissenschaftlichen Nachwuchs und Arbeitgebern geknüpft werden.

Einige inhaltliche Highlights:

- Eine große thematische Bandbreite umfasste umweltchemische Topics wie Umweltmonitoring & Analytik, Atmosphärenchemie oder Schadstoffen im Wasser und Boden und reichte bis hin zu ökotoxikologischen Fragestellungen der Effektmodellierung oder Zukunftsmethoden.
- In den Sessions zur Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit wurde ganz im Sinne des One Health-Gedankens über die Verknüpfung von Umweltbelastungen und menschlicher Gesundheit diskutiert.
- Wie konnte es auch anders sein, wenn die Tagung in einer Umweltbehörde stattfindet: Verschiedene Sessions beschäftigten sich damit, wie Forschungsergebnisse in die Regulatorik überführt und wie Gesetze zum Schutz der Umwelt weiterentwickelt werden können.
- In einem Plenarvortrag wurde vorgestellt, wie in PARC Wege gesucht (und gefunden) werden, um eine Chemikalienbewertung der nächsten Generation zu implementieren.
- Den Blick in die Zukunft richteten Sessions zu Early Warnings, zu Life-Cycle- und Sustainability-Assessment oder zu Innovationen und Nachhaltigkeit in der Chemieindustrie.

Auch unsere Mitgliederversammlung fand im Rahmen der Tagung statt und war außergewöhnlich gut besucht. Die direkten Diskussionen zu den Themen der anwesenden Mitglieder waren spannend und hätten auch noch länger fortgesetzt werden können.

Neben allem fachlichen Austausch wurde auch das Networking nicht vernachlässigt: Führungen durch Dessau, das Bauhaus

Aus der Fachgruppe

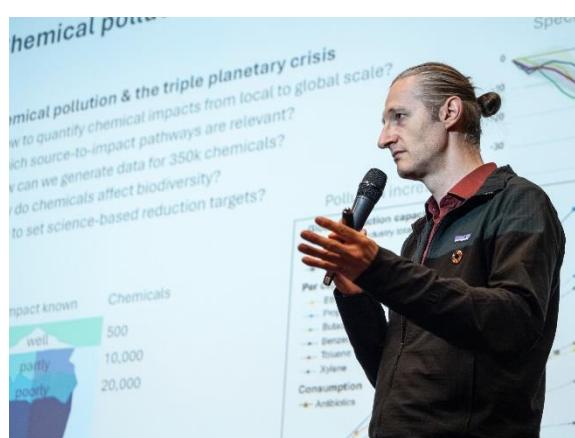
und das UBA, ein gemeinsames Abendessen am Georgium und eine Party im Bauhaus schufen dafür den Rahmen.

Ein persönliches Fazit

Da ich in diesem Jahr im lokalen Organisationskomitee war, möchte ich auch noch einen kurzen Blick hinter die Kulissen werfen. Nachdem wir auf der Jahrestagung 2022 in Emden beschlossen hatten, dass es mal wieder an der Zeit wäre, die Tagung im UBA zu veranstalten, begannen die konkreteren Planungen im Sommer 2023. Fast 1.500 E-Mails und 30 Treffen des lokalen Organisationskomitees später, war es ein wunderbares Gefühl, als sich die Räume des UBA mit den Teilnehmenden füllten und drei Tage lang engagiert diskutiert wurde. Ich kann deshalb allen Fachgruppenmitgliedern sehr empfehlen, die Tagung auch mal in ihre Institution zu holen. Melden Sie sich gerne beim Vorstand, wenn Sie daran Interesse haben.



Posterausstellung im Forum des UBA
(Quelle: Umweltbundesamt, Susanne Kambor)



Plenarvortrag von Peter Fantke
(Quelle: Umweltbundesamt, Susanne Kambor)



Diskussionen in der Pause
(Quelle: Umweltbundesamt, Susanne Kambor)



Claus Bornemann bei seinem Analytik-Plenarvortrag
(Quelle: Umweltbundesamt, Susanne Kambor)



Karriere Speed Dating zwischen wissenschaftlichem Nachwuchs und dem LfU Bayern (Quelle: Stefanie Wieck)



Session zum Thema Umweltmonitoring
(Quelle: Stefanie Wieck)



Gut besuchte Mitgliederversammlung (Quelle: Stefanie Wieck)



Abendveranstaltung im Bauhaus (Quelle: Stefanie Wieck)

Stefanie Wieck

Rückblick Junges Umweltforum 2025

Am 22. September 2025 fand in Dessau-Roßlau das „Junge Umweltforum“ (JUF) 2025 statt, welches von der jungen Umweltchemie & Ökotoxikologie (jUCÖT) unter der Beteiligung des SETAC GLBs im Vorfeld der Fachgruppentagung „Umwelt 2025“ ausgerichtet wurde. Das JUF richtet sich an Promovierende, Masterabsolvent:innen und Bachelorabsolvent:innen, die erste Erfahrungen mit wissenschaftlichen Tagungen sammeln möchten. Dazu bietet es ihnen die besondere Möglichkeit, ihre Forschung schon in einem frühen Stadium zu präsentieren und neue Kontakte zu knüpfen.

Das Programm bot eine vielfältige Mischung aus Vorträgen und Poster-Sessions zu aktuellen Forschungsthemen. Nach der Begrüßung und Vorstellung der Jungfachgruppe sowie ihrer Aktivitäten führte Dr. Oliver Eberhardt (BMUKN) in das Thema „Chemikalien(regulierung) – Chance oder Risiko?“ ein. Die Teilnehmenden präsentierten ihre Arbeiten in zwei Vortrags-sessions zur Regulatorik und zum Umweltmonitoring. Die Themen reichten von veterinärmedizinischen Wirkstoffbewer-tungen und RNA-Interferenz-basierten Pestiziden über auto-matisierte Bewertung ökotoxikologischer Effekte bis hin zu Auswirkungen von Mikroschadstoffen auf Libellen und Pestizidtoxizität in der Landwirtschaft. In den beiden Poster-Sessions wurden zusätzlich Arbeiten zu Ökotoxikologie und Umweltanalytik vorgestellt, z.B. zu chemischen Effekten auf Schnecken, Sorption von Düngemittelinhibitoren und PFAS-Adsorption. Ein weiteres Highlight war der interaktive Vortrag von Dr. Charlotte Henkel zu Probenkampagnen.



Foto 1: Auditorium (Bildrechte Dominik Nerlich)

Wie bereits in den Vorjahren bot das JUF eine ideale Plattform, erste Tagungserfahrungen zu sammeln, beim gemeinsamen Mittagessen und in den Kaffeepausen Kontakte zu knüpfen und sich über die breite Themenvielfalt aus Umweltchemie und Ökotoxikologie auszutauschen. Die gelungene Veranstaltung demonstrierte eindrucksvoll das Engagement und die innovative Forschung der nächsten Generation von Umweltwissen-

Aus der Fachgruppe

schaftler:innen. Wir freuen uns deshalb schon auf das JUF 2026 in Essen!



Foto 2: JUF Gruppenbild (Bildrechte Kathrin Wiltschka)



Fachgruppe
**Umweltchemie &
Ökotoxikologie**

Protokoll der Mitgliederversammlung

23. September 2025

Dessau-Roßlau, 17:45 – 19:00 Uhr

1. Begrüßung und Protokoll

Stefan Hahn eröffnet die Mitgliederversammlung. Es gibt keine Rückmeldungen zum Protokoll der Versammlung im Vorjahr. Das Protokoll schreibt Stefanie Wieck.

2. Bericht des Vorstands

Stefan Hahn geht auf die Mitgliederzahlen der Fachgruppe ein. Die Anzahl der Mitglieder hat im vergangenen Jahr leicht abgenommen (-4%), die Anzahl der Mitglieder der GDCh ist etwas weniger gesunken (-3%). Der Anteil der weiblichen Mitglieder ist etwas höher als im Durchschnitt der GDCh insgesamt.

In der Diskussion stellt sich die Frage, wie die Gelder verwendet werden, die direkt an die GDCh fließen. Diese werden natürlich für die Finanzierung der Geschäftsstelle verwendet, aber auch beispielsweise für den Sonderfonds und Reisestipendien. Letzteres könnte in Zukunft noch mehr genutzt werden, um als Fachgruppe davon zu profitieren.

Martin Brüggemann vertritt den Vorstand derzeit im PGS-Gremium. Die Zahl der Teilnehmenden ist stabil und ähnlich zu den vorherigen Jahren. Bis 2027 werden viele Kurse aufgrund der Altersstruktur der Kursleitenden auslaufen. Deshalb fand am 22. September 2025 im Vorfeld der Jahrestagung eine Sitzung statt, um die Kurse neu zusammenzustellen. Eine Abfrage für Ideen läuft derzeit.

Aktivitäten des Vorstands:

- Sitzungen: Oktober 2024, Januar 2025 (persönlich in Frankfurt), März 2025, Juli 2025 (persönlich in Frankfurt), September 2025 (erweiterte Sitzung mit AK-Vorsitzenden)
- Vorbereitung „Umwelt“-Tagungen für 2025 und 2026
- Diskussion um Vortragsserie, um Themen der FG vor Ort bekannter zu machen
 - Mitteilungen
 - Editorials
 - Umfrage
- Klausur des Vorstandes über Zukunft der Mitteilungen im Juli 2025
- Sponsoring: fördernde GDCh-Mitglieder
- LinkedIn-Auftritt ausbauen
- PFAS Thinktank: Workshop im April 2025 in Berlin; TFA-Papier ist in Arbeit

3. Veranstaltungen

- German PharmTox Summit (25.-28.03.2025, Hannover)
- Beteiligung am PFAS-Workshop (07.-08.04.2025, Berlin)
- EuChemS DCE: ICCE 2025 (08.-12.06.2025, Belgrad)
- Umwelt 2025 (22.-24.09.2025, Dessau-Roßlau), inkl. Mitgliederversammlung
- Veranstaltungen des jUCÖT
- AK-Treffen (s.u.)

Folgende Veranstaltungen finden in der Zukunft statt:

- Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft 2026 in Kiel
- EuChemS: 10th European Chemistry Congress 2026 (12.–16.07.2026, Antwerpen)
- Umwelt 2026 (02.–04.09.2026, Duisburg-Essen)
- EuChemS DCE: ICCE 2027 in Gdansk

4. jUCÖT

Die jUCÖT bemüht sich darum, die Vernetzung der jungen Mitglieder mit der Fachgruppe zu stärken. Am 23. September 2025 wurde wieder das Junge Umwelt Forum organisiert, direkt im Vorfeld der Umwelt 2025. Dies wurde gut angenommen (25 Teilnehmende). Des Weiteren wurde ein Perspektiventag bei der Hydrotox GmbH in Freiburg (Breisgau) angeboten. Hier war die Nachfrage nicht ganz so groß wie im Vorjahr.

5. Arbeitskreise

Stefan Hahn berichtet anhand der vorher bereitgestellten Folien von den Aktivitäten der Arbeitskreise.

6. EuChemS DCE

Herr Lammel berichtet von einer Umfrage zur Umweltchemie in der universitären Lehre in Bachelor- und Master-Programmen in Europa. Es gibt ca. 220 Programme, davon haben ca. 90 Programme den Fragebogen ausgefüllt. In Deutschland gibt es 26 Bachelor-Studiengänge, 28 Master of Science und 2 Master of Engineering.

7. Mitteilungen

Klaus Fischer und Matthias Kudra werden die FG-Mitteilungen nur noch bis Ende des Jahres hauptverantwortlich gestalten. Anschließend stehen sie der neuen Redaktion noch beratend zur Seite. Stefanie Wieck berichtet zu den Ergebnissen der Umfrage, die im Sommer 2025 unter den Mitgliedern durchgeführt wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mitteilungen ein wichtiger Teil der Fachgruppenarbeit sind. Die Anregungen aus der Umfrage werden in die Arbeit des neu gegründeten Editorial Boards einfließen. Dieses trifft sich erstmals im Oktober 2025 und wird ab der ersten Ausgabe 2026 die Federführung für die Mitteilungen übernehmen. Weitere Interessierte für die Redaktion werden noch gesucht und können sich beim FG-Vorstand melden.

8. Verschiedenes

Aufgrund des Schwerpunkts in den letzten Nachrichten aus der Chemie wird diskutiert, was die GDCh in Zukunft für eine bessere Wissenschaftskommunikation tun wird. Es ist nicht bekannt, ob es eine ursprünglich angedachte Fachgruppe Wissenschaftskommunikation geben wird. Die Nachhaltigkeitsstrategie könnte hier ein Faktor sein, der eine bessere, ausgewogene Kommunikation nach außen ermöglicht und die GDCh als kompetente Ansprechpartnerin in gesellschaftlichen Diskussionen positioniert.

GDCh-Fachgruppe UCÖT – Mitgliederversammlung – 23. September 2025 – Protokoll: Stefanie Wieck

Konstituierendes Treffen des Editorial Boards der FG-Mitteilungen

Am 28. Oktober 2025 traf sich das neu formierte Editorial Board der Mitteilungen der Fachgruppe zu seiner ersten gemeinsamen Sitzung. Ziel des Treffens war es, sich gegenseitig kennenzulernen, die künftige Arbeitsweise abzustimmen und die nächsten Schritte für die März-Ausgabe 2026 der Mitteilungen vorzubereiten.

Zielsetzung

Die Mitteilungen sollen weiterhin als eine wichtige Plattform für den Informationsaustausch über aktuelle Arbeiten der FG-Mitglieder dienen und gleichzeitig die Sichtbarkeit der Fachgruppe nach außen erhöhen. Mit der Einrichtung eines Editorial Boards erhält die Redaktion eine neue Struktur: Das Board besteht aus mindestens drei Personen, die vom Vorstand berufen werden. Für den Anfang sind dies Patrick Riefer, Jan Schwarzbauer, Nadin Ulrich und Angus Rocha Vogel.

Die Tätigkeit erfolgt ehrenamtlich und kann flexibel, idealerweise über mehrere Jahre, ausgeübt werden. Um die Recherche zu neuen Themen und Beiträgen zu fördern, unterstützt die Fachgruppe die Teilnahme der Mitglieder des

Editorial Boards an thematisch relevanten Konferenzen der GDCh (z.B. unsere Jahrestagung oder die Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft) finanziell.

Klaus Fischer und Matthias Kudra, die die Mitteilungen in bewährter Weise in den vergangenen 20 Jahren erstellt haben, begleiten das Editorial Board in einer Übergangszeit.

Arbeitsweise und Abläufe

Das Editorial Board verständigte sich darauf, dass die Aufgaben der Mitglieder klar aufgeteilt werden müssen. Dabei geht es beispielsweise darum, die Einwerbung von Originalbeiträgen zu koordinieren, Veranstaltungen und relevante Pressemitteilungen online zu sichten und zusammenzustellen und es geht um die übergeordnete redaktionelle Abstimmung.

Zur Vereinfachung der internen Zusammenarbeit wurde eine gemeinsame Cloud-Ablage eingerichtet. Abstimmungen sollen künftig regelmäßig per kurzer Videokonferenz erfolgen.

Perspektivisch ist geplant, die Mitteilungen auch inhaltlich weiterzuentwickeln und dabei die Ergebnisse der Mitgliederbefragung aus dem Sommer 2025 zu berücksichtigen. Zudem ist angedacht, aus den PDF-Dateien einen Blätterkatalog zu erzeugen, um die digitale Lesbarkeit weiter zu verbessern.

Ausblick

Für die Zukunft werden weitere Mitglieder aus der Fachgruppe gesucht, die Lust haben, sich im Editorial Board zu engagieren. Bei Interesse können Sie gerne den Vorstand der Fachgruppe kontaktieren.

Der Vorstand dankt allen Beteiligten für ihr Engagement und freut sich auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit und eine lebendige Weiterentwicklung der Mitteilungen.

Informationen

Tagungen

59. Essener Tagung der Wasserwirtschaft, 4.-6.03.2026, Essen

Ein besonderes Markenzeichen dieser dreitägigen Veranstaltungsreihe, die sich der „Resilienten Wasserwirtschaft“ verschrieben hat, ist die Breite der angebotenen Themen, die von perspektivischen, umweltpolitischen und – rechtlichen Entwicklungen bis zu Problemen und technischen Innovationen in der Wasserwirtschaft reicht. Aktuelle und zukunftsweisende Themenkomplexe werden von den Veranstaltern jedes Jahr aufgegriffen. Kompetente und namenhafte Fachleute aus Wissenschaft, Praxis und Politik stellen in etwa 70 Vorträgen neueste Forschungsergebnisse und Entwicklungen vor. Bis zu 1.000 Teilnehmer*innen besuchen die Tagung jährlich, die sich in über 50 Jahren als Treffpunkt der Fachwelt aus der Wasserwirtschaft etabliert hat.

<https://www.essenertagung.de/>



SETAC Europe 36th Annual Meeting, 17.-21.05.2026, Maastricht, Niederlande

Titel: "Embrace the outlier. In science, regulations and networks"

Das Thema der Tagung zielt darauf ab, die SETAC-Gemeinschaft dazu anzuregen, Ausreißer anzuerkennen und ihre potenziellen Vorteile zu würdigen, während gleichzeitig höchste wissenschaftliche Standards gewahrt bleiben, die transparent und reproduzierbar sind. Potenzielle Session Chairs werden ermutigt, weniger vorherrschende Themen in ihren Fachgebieten zu behandeln, während die Verwendung und Einbeziehung nicht standardisierter Methoden und Ansätze in eher regulierungsorientierten Sitzungen behandelt werden kann.

<https://www.setac.org/discover-events/global-meetings/setac-europe-36th-annual-meeting/programme/scope-and-tracks.html>



YoMos
Young Modellers in Ecology

YoMos Workshop 2026, 25.-29.05.2026, Sylt

Die Workshops Young Modellers in Ecology bieten eine offene, entspannte Atmosphäre, in der sich junge Forschende über ökologische Modellierung austauschen und ihr eigenes Projekt präsentieren können. Die Teilnehmenden verbringen eine gemeinsame Woche auf Sylt, hören Keynotes, halten Vorträge und können eigene Workshops zu fachlichen oder

akademischen Themen anbieten. Die Anmeldung erfolgt über ein Bewerbungsverfahren, bei hoher Nachfrage wird eine Warteliste geführt.

<https://www.yomos.org/next-workshop>



14th Micropol and Ecohazard Conference, 30 May 2026 - 03 Jun 2026, Toronto, CN

Description

The Micropol & Ecohazard Conference 2026 is a premier international event sanctioned by the International Water Association under the auspices of the IWA Specialist Group on the Assessment and Control of Hazardous Substances in Water. These conferences are held every second year to bring together experts, researchers, and professionals to address critical issues related to micropollutants in drinking water, wastewater, and the aquatic environment. We provide a platform for sharing knowledge, best practices, and innovative solutions to ensure water safety and environmental sustainability. In 2026, the conference will be held in Toronto, Ontario, Canada.

The conference will feature a diverse range of sessions with platform presentations by experts in the field of micropollutants and technologies to control their release into the aquatic environment. A Young Professionals workshop will provide an opportunity for young scientists to learn about and discuss emerging topics in this field. At poster presentations, researchers will engage in discussions about their research findings.

Topics

- Pollutant classes in focus
- Climate change impacts
- Transport of micropollutants between the terrestrial and the aquatic environments
- Emerging, data-driven and AI-powered approaches
- Social and policy dimensions

Themes

- Occurrence and fate of micropollutants in the environment
- Effects and impacts of micropollutants on organisms, populations and communities.
- Removal of micropollutants in water and wastewater treatment systems
- Monitoring and analytical methods
- Transformation pathways and modeling
- Risk assessment, regulatory approaches and risk communication

Conference' homepage:

<https://www.iwa-network.org/events/14th-micropol-and-ecohazard-conference-2026>

Kurznachrichten

The State of the World's Chemical Pollution:

Article by Martin Scheringer and Ralf Schulz

ABSTRACT. The chemicals available on the world's markets are of enormous diversity. Their total number is estimated to be approximately 350,000; this high number is a huge challenge for the systems of chemicals regulation and management worldwide. A main differentiation is between chemicals designed to have biological activity (pesticides and pharmaceuticals, termed intentionally potent, of which there are up to 10,000) and chemicals designed for other purposes (industrial chemicals, termed not intentionally potent, of which there are more than 300,000). Because of the complexity and number of chemicals to assess and the enormous variability of their uses, the regulatory system is overwhelmed and not sufficiently protective. Many industrial chemicals have not been sufficiently tested for hazardous properties, and even for pesticides, the testing is not sufficiently comprehensive. Moreover, because every chemical is considered as a new case to be investigated in detail, the regulatory system cannot avoid regrettable substitution (replacement of hazardous substances with similarly hazardous substances). Because of insufficient assessment and management, chemical pollution has become a serious global issue. Suggestions for regulatory reform and a chemicals transition toward higher chemicals efficiency of modern societies are presented.

Annual Review of Environment and Resources 2025, Vol.

50:381-408

<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-111523-102318>

(Open Access)



EEB: 'Forever Chemicals' poisoning Europe's waters and fish: The tip of the PFAS iceberg

A new report of European Environmental Bureau (EEB) reveals the shocking extent of PFAS contamination in Europe's fish and waters. PFAS – also known as "forever chemicals" due to their extreme persistence – are polluting freshwater and coastal ecosystems across the EU, with serious consequences for wildlife and human health.

The report highlights that fish in many European waters contain dangerously high levels of PFOS, one of the most harmful PFAS substances, often exceeding both current and proposed safety limits. Based on data from seven EU countries (2009–

2023), the findings show that PFOS contamination is widespread – and likely just the tip of the iceberg.

While the EU proposed stronger PFAS water quality standards in 2022, these have yet to be adopted. Meanwhile, governments are pushing to delay compliance by another decade or more, despite growing evidence that more than half of Europe's rivers – and nearly all its coastal waters – already exceed PFOS safety thresholds.

This report is a wake-up call: urgent action is needed to protect ecosystems, seafood safety, and public health from the growing threat of forever chemicals.

Link: <https://eeb.org/library/forever-chemicals-poisoning-europes-waters-and-fish-the-tip-of-the-pfas-iceberg>

Trinkwassertests von BUND-Aktiven weisen PFAS in 42 von 46 Stichproben nach

Die Süßwasserressourcen für unsere Trinkwassergewinnung sind zunehmend gefährdet. Aktuelle Stichproben (Zeitraum Juni-Oktober 2025, deutschlandweite Beprobung) des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) zeigen: In der überwiegenden Mehrheit (42 von 46) der untersuchten Trinkwasserproben wurden per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) nachgewiesen, teils in Konzentrationen über den ab Januar 2026 geltenden neuen Grenzwerten der Trinkwasserverordnung.

Altlasten, aber auch zugelassene kurzkettige „Ersatzstoffe“ weit verbreitet

Am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen wurden bisher nichtregulierte PFAS gefunden, welche teils als „Ersatzstoffe“ für die weniger als 20 regulierten PFAS eingesetzt werden: Trifluoracetat (TFA), Perfluorbutansäure (PFBA) und Perfluorpropansäure (PFPrA). Letztere Substanz läuft bisher gänzlich unter dem Radar der Behörden und ist auch in keinen zukünftigen Messprogrammen vorgesehen.

In mehreren Regionen wurden Überschreitungen zukünftiger PFAS-Grenzwerte festgestellt: in Zeuthen (Brandenburg) sowie in Ludwigslust und Güstrow (Mecklenburg-Vorpommern). Dort deuten erhöhte PFOA-Konzentrationen auf Altlasten durch den früheren Einsatz von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen hin. Eine Wasserprobe aus dem Berliner Regierungsviertel liegt zwar unter den Grenzwerten, enthielt in der Summe (PFAS-4 = 12 ng/L) aber bereits so viel PFAS, dass laut Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) bei Kindern unter zehn Jahren durch eine regelmäßige Aufnahme gesundheitliche Auswirkungen wie ein geschwächtes Immunsystem nicht ausgeschlossen werden können. Dabei sind wir bereits höheren Mengen an PFAS durch Lebensmittel und Alltagsprodukte ausgesetzt.

Informationen

Neue PFAS Grenzwerte für Trinkwasser

Im Januar 2026 und 2028 treten neue PFAS-Grenzwerte für Trinkwasser in Deutschland in Kraft. Die Einhaltung dieser PFAS-Grenzwerte stellt Wasserbetriebe vor erhebliche technische und wirtschaftliche Herausforderungen. Die derzeit verfügbaren Verfahren zur PFAS-Entfernung sind teuer, energie- und ressourcenintensiv und überdies bei TFA nur begrenzt wirksam.

Der BUND hatte bereits im August 2025 eine Untersuchung zur PFAS-Belastung von Lebensmitteln veröffentlicht. Diese zeigte erhöhte Konzentrationen insbesondere in Fischen, Innereien und Hühnereiern aus Hobbyhaltungen.

Pressemitteilung (gekürzt) vom 04. November 2025 |

Vollständiges Dokument mit weiteren Links:

<https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/trinkwassertests-von-bund-aktiven-in-42-von-46-stichproben-wurden-pfas-nachgewiesen/>

Industrie und Landwirtschaft rücken ins Blickfeld. Darüber hinaus soll anstelle von Einzelsubstanzen der ökologische Gesamtzustand von Gewässern in einem „Wirkungs-Monitoring“ betrachtet werden, um die Auswirkungen von Pestizid- und Chemikaliengemischen, den sogenannten Cocktaileffekten, besser zu erfassen.

Diese Fortschritte begrüßen wir ausdrücklich: Denn bislang wird in Europa vor allem die Belastung durch Einzelstoffe geprüft, während die tatsächliche Belastung unserer Gewässer meist durch eine Vielzahl an Substanzen entsteht. Wenn jedoch verschiedene Pestizide und andere Chemikalien zusammenkommen, kann sich ihre Wirkung verändern oder verstärken. Das Umweltinstitut fordert seit langem, dass diese sogenannten Cocktaileffekte von Pestiziden stärker berücksichtigt werden müssen. Auch die Erfassung und Begrenzung von Glyphosat-Abbauprodukten und PFAS, insbesondere von TFA, ist ein wichtiger und lange überfälliger Schritt.

EU weicht Verschlechterungsverbot beim Gewässerschutz auf

Den Fortschritten bei Monitoring und Grenzwerten stehen allerdings gravierende Rückschritte gegenüber. So soll das sogenannte Verschlechterungsverbot, das bisher jede weitere Verschlechterung des Zustands von Gewässern untersagt, aufgeweicht werden. Künftig sollen „kurzfristige Verschlechterungen“ und die Verlagerung von Verschmutzung von diesem Verschlechterungsverbot ausgenommen sein. Damit wird die weitere Verschmutzung unserer Gewässer an neuen Orten zulässig – mit dramatischen Folgen für die komplexen Ökosysteme.

Hinzu kommt: Neue Schwellenwerte für die gefährlichen Substanzen sollen erst ab 2039 verpflichtend gelten – mit der Möglichkeit, die Frist bis 2045 zu verlängern. Damit verschiebt die EU den effektiven Schutz unserer Wasserressourcen um weitere 20 Jahre. Und das, obwohl die Belastung durch Stoffe wie PFAS längst unumkehrbar und alarmierend ist.

Deutschland steht in der Verantwortung

Wir fordern von der Bundesregierung und den EU-Abgeordneten:

Setzen Sie sich entschlossen gegen die Aufweichung des Verschlechterungsverbots und für eine schnellere Umsetzung der neuen Schwellenwerte ein. Die Qualität unserer Flüsse, Seen und des Grundwassers darf nicht weiter den Interessen der Chemieindustrie geopfert werden!

Gerade Deutschland steht hier in der Verantwortung: Der in Deutschland häufig eingesetzte Wirkstoff Flufenacet trägt durch seinen PFAS-Bestandteil TFA (Trifluoracetat) maßgeblich zur Verunreinigung des Wassers bei und hat deshalb bereits seine EU-Zulassung verloren. Dänemark handelt hier konsequenter und hat seit Juni bereits über 30 PFAS-Pestizidmischungen wegen der hohen TFA-Belastung die nationale Zulassung entzogen.



Umweltinstitut München e.V.: PFAS und Pestizide – faule Kompromisse beim EU-Gewässerschutz

Ende September hat sich die EU im sogenannten Trilog auf eine Reform der Wasserrahmenrichtlinie geeinigt. Auf den ersten Blick scheint das ein Fortschritt für den Schutz unserer Gewässer zu sein – etwa durch neue Monitoringpflichten und Grenzwerte für gefährliche Chemikalien wie PFAS, die sogenannten Ewigkeitschemikalien, sowie Abbauprodukte von Glyphosat. Doch bei genauerem Hinsehen zeigt sich: Die Reform ist voll von faulen Kompromissen, die den Schutz unserer Gewässer auf Jahrzehnte gefährden und verzögern.

Fortschritte beim Gewässerschutz: PFAS, Glyphosat und Cocktaileffekte

Bei der Wasserrahmenrichtlinie handelt es sich um das zentrale Regelungsvorhaben der EU zum Gewässerschutz. Das Ziel: Bis 2027 sollen die Gewässer einen „guten ökologischen Zustand“ erreichen. Aktuell sind jedoch nur knapp 40 Prozent der europäischen Gewässer im angestrebten Zustand. Der Handlungsbedarf ist daher immens.

Im Rahmen der sogenannten Trilogverhandlungen zur Überarbeitung der Wasserrahmenrichtlinie haben sich die EU-Institutionen nun auf die Einführung eines umfangreichen Monitorings geeinigt: Erstmals sollen auch PFAS wie Trifluoracetat (TFA) systematisch überwacht werden. Auch Glyphosat-Abbauprodukte und andere Rückstände aus

Das Umweltinstitut fordert daher nicht nur ein striktes Verbot aller PFAS-Pestizide sondern auch eine zügige Umsetzung der neuen Monitoring-Pflichten und eine ambitionierte Verschärfung der Grenzwerte, um unsere Gewässer, unsere Natur und unsere Gesundheit wirksam vor Pestizidabbauprodukten und Ewigkeitschemikalien zu schützen. Insbesondere die Chemieindustrie muss hier gemäß dem Verursacherprinzip in die Pflicht genommen werden, für die teure und aufwändige Entfernung ihrer Verschmutzung zu sorgen.

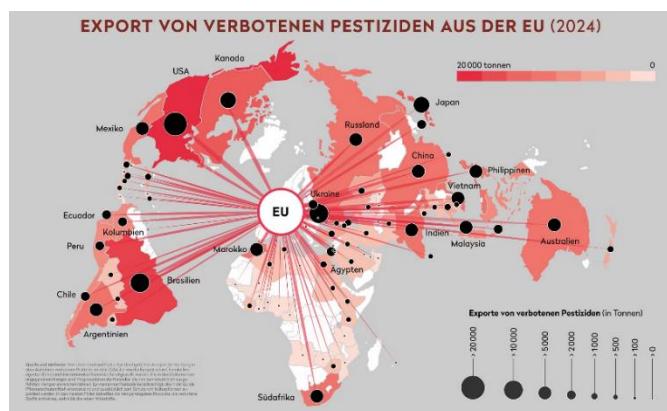
Moritz Tapp, 10. Oktober 2025, Umweltinstitut München e.V., Link:

<https://umweltinstitut.org/landwirtschaft/meldungen/pestizide-faule-kompromisse-gewaesserschutz/>



Massive Zunahme von Pestizidexporten aus der EU

Eine exklusive Recherche von Public Eye und Unearthed zeigt, dass die Europäische Union im Jahr 2024 fast 122'000 Tonnen verbotene Pestizide exportiert hat. Dabei hatte sich die EU-Kommission verpflichtet, diese Praxis einzustellen. Die Pestizide wurden mehrheitlich in Länder mit niedrigem oder mittlerem Einkommen exportiert, in denen die Risiken für Gesundheit und Umwelt höher sind. Syngenta gehört zu den wichtigsten Exporteuren dieser Gefahrenstoffe.



Karte: opak.ch

Unsere Untersuchung zeigt: 2024 wurden insgesamt 75 Pestizide, die in der EU verboten sind, für den Export gemeldet. 2018 waren es erst 41 gewesen. Vom Volumen her an erster Stelle steht Dichlorpropen (1,3-D), ein Pestizid zur Schädlingsbekämpfung im Obst- und Gemüseanbau. Der Stoff wird in den USA als wahrscheinlich krebsverursachend eingestuft. In der EU ist er seit 2007 aufgrund von Risiken für das Grundwasser und Gefahren für Bienen, Vögel, Säugetiere und Bodenorganismen verboten. Im vergangenen Jahr wurden mehr als 20 000 Tonnen davon zur Ausfuhr angemeldet. Darauf folgen in der Rangliste Glufosinat, ein von BASF exportiertes Herbizid, das die Fruchtbarkeit schädigen kann, sowie Mancozeb: Das Fungizid, das als hormonaktiver Stoff gilt und sowohl die

Fruchtbarkeit wie auch das ungeborene Kind schädigen kann, wurde in der EU im Jahr 2020 verboten.

Link zum vollständigen Dokument:

<https://www.publiceye.ch/de/themen/pestizide/massive-zunahme-der-exporte-aus-der-eu>



Veröffentlichung: Pflanzenschutzmittel verändern das Verhalten von Nicht-Zielorganismen

Pflanzenschutzmittel schützen Kulturpflanzen vor Schädlings, Krankheiten und Unkräutern. Viele der Fungizide, Herbizide und Insektizide wirken sich aber auch negativ auf Organismen aus, die nicht das primäre Ziel ihres Einsatzes sind, zum Beispiel Bestäuberinsekten oder Fische. Wie sich deren Verhalten nach Exposition mit Pflanzenschutzmitteln ändert, steht jetzt im Fokus der lebensraumübergreifenden Studie von Wissenschaftler:innen des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ). Die im Tiermodell gefundenen Verhaltensänderungen fielen deutlich aus und sind ein Hinweis auf die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Nicht-Zielorganismen in der Natur. Die Arbeit zeigt, dass es für eine bessere Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln notwendig ist, künftig komplexere und damit relevantere Verhaltenstests einzubeziehen.

Veröffentlichung: Uthoff, C., Herold, N.K., Alkassab, A.T., Engelmann, B., Rolle-Kampczyk, U., Pistorius, J., Schweiger, N., Finckh, S., Krauss, M., Thum, A.S., Jehmlich, N., Tal, T., von Bergen, M.: Cross-taxa sublethal impacts of plant protection products on honeybee in-hive and zebrafish swimming behaviours at environmentally relevant concentrations; Environment International, September 2025, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109750>



UBA-Texte 144/2025: Risikomanagement für Pflanzenschutzmittel

Höhere Unsicherheiten durch die Kombination mehrerer Maßnahmen? – Eine statistische Analyse

Bei der Umweltverträglichkeitsprüfung von Pflanzenschutzmitteln kann das Risiko von Sprühnebelabdriftverlusten außerhalb des Feldes durch zusätzliche Maßnahmen zur Driftminde rung verringert werden. Die Frage ist, wie sich die Kombination mehrerer Maßnahmen auf das Gesamtrisiko und insbesondere auf die damit verbundene Unsicherheit auswirkt. Zur Quantifizierung sowohl des Gesamtrisikos als auch seiner Unsicherheit wurden verschiedene statistische Methoden verwendet, insbesondere die Erhöhung der Aussagekraft und die

Informationen

Breite eines 95-prozentigen Konfidenzintervalls, wobei die zusätzlichen Maßnahmen als qualitative Faktoren modelliert wurden. Es lässt sich feststellen, dass in den meisten betrachteten Szenarien die Aussagekraft verringert oder nur geringfügig erhöht wird. Das heißt, dass die Hinzufügung weiterer Maßnahmen tendenziell zu einer Erhöhung der Unsicherheit führt. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die Aussagekraft des Faktors „Entfernung“ bereits sehr hoch ist und es naturgemäß schwierig ist, sie weiter zu erhöhen. Dieser Zusammenhang ist beim Konfidenzintervallmodell noch stärker ausgeprägt, wo er sich mit zunehmender Stichprobengröße und Einbeziehung zusätzlicher Faktoren in das Versuchsdesign sogar noch verstärkt. Diese Trends wurden auch empirisch anhand ausgewählter Versuchsdaten aus der SETAC-DRAW-Datenbank bestätigt, wenn auch nur selektiv.

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/risk-management-for-plant-protection-products>

polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS), die Materialien hitzebeständig und wasserabweisend machen.

Es gebe robuste Hinweise darauf, dass Substanzen aus Plastikprodukten Erkrankungen in mehreren Organen begünstigen und die Funktion von Hormonen stören, schreibt das Team um den Studienleiter Leonardo Trasande, Professor für Pädiatrie an der NYU Grossman School of Medicine in New York mit Verweis auf Studien im Labor und mit Menschen. Zudem werde die Belastung durch Giftstoffe aus dem Plastik mit Störungen im Nervensystem, reduzierter Fruchtbarkeit und IQ-Verlust in Verbindung gebracht. Es gebe auch mögliche Zusammenhänge der Chemikalien mit langfristigen Erkrankungen wie Herzproblemen, ADHS, Fettleibigkeit oder niedrigem Geburtsgewicht.

ntv-Nachrichten, 22.09.2025, 10:45 Uhr, gekürzt.

Vollständiges Dokument:

<https://www.n-tv.de/wissen/Kinder-laut-Metastudie-akut-durch-Plastik-gefaehrdet-article26047219.html>



Wie Mikroplastik die Flussökologie verändert

Von der Straße in Gewässer: Eine Studie von Forschenden der Universität Duisburg-Essen und der Universität zu Köln zeigt erstmals, wie stark Mikroplastik aus Reifenabrieb die mikrobielle Welt im Rhein verändert. Über vier Wochen wurden verschiedene Typen von Reifenpartikeln der Strömung im Fluss ausgesetzt – mit klaren Ergebnissen. Die winzigen Partikel verschiedener Größen von neuen und alten PKW- wie LKW-Reifen erwiesen sich nicht als neutrale Oberflächen, auf denen sich Bakterien ansiedeln. Vielmehr veränderten sie die Zusammensetzung der Biofilme – also jener bakteriellen Schichten, die Flusssteine, Sedimente und auch künstliche Materialien überziehen.

Newsmeldung: <https://www.uni-due.de/2025-09-01-partikel-von-reifenabrieb-veraendern-oekologie-des-rhein>.

Veröffentlichung:
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.127004>



Gefährliche Chemikalien weiterhin in Shein-Kleidung: Greenpeace-Recherche 2025

Schnell, billig, rücksichtslos – das ist das Geschäftsmodell des Fast Fashion-Konzerns Shein. Greenpeace hat nach drei Jahren erneut Produkte ins Labor geschickt – mit beunruhigenden Ergebnissen.

Bereits 2022 hatte Greenpeace in 7 von 47 getesteten Shein-Produkten gefährliche Chemikalien oberhalb der gesetzlich erlaubten EU-Grenzwerte (REACH) nachgewiesen. In der Zwischenzeit hat Shein das Problem mit gefährlichen Chemikalien in seinen Produkten erkannt und angekündigt, sein Chemikalienmanagement deutlich verbessern zu wollen. Greenpeace prüfte erneut: 2025 wurden 56 Kleidungsstücke aus acht Ländern gekauft und in einem unabhängigen Labor analysiert. Das Ergebnis ist alarmierend:

18 Produkte (32%) überschreiten die gesetzlichen Grenzwerte, darunter auch Kinderkleidung.

7 Jacken enthalten PFAS-Werte bis zu 3.300-fach über dem erlaubten Grenzwert.

14 Produkte überschreiten die Phthalat-Grenzwerte, sechs davon um das Hundertfache oder mehr.



Kinder laut Metastudie akut durch Plastik gefährdet

Der frühe Kontakt mit Chemikalien aus Kunststoffen kann erhebliche Gesundheitsrisiken bis ins Erwachsenenalter hinein nach sich ziehen. Zu diesem Ergebnis kommt eine Auswertung von Hunderten aktueller Studien, die in der Fachzeitschrift "The Lancet Child & Adolescent Health" erschienen ist. Kinder seien einer akuten Gefahr durch Plastik in der Umwelt ausgesetzt. Die Übersichtsarbeit betrachtet unter anderem drei Stoffklassen im Plastik: Phthalate, die Kunststoffe flexibel machen, Bisphenole, die für Festigkeit sorgen, und per- und

Nachgewiesenen Stoffe und Anzahl der damit kontaminierten Produkte:

Phthalate (14 Produkte), PFAS (7 Produkte), Schwermetalle (Blei und Cadmium, 2 Produkte), Alkylphenolethoxylate (APEO, 1 Produkt), Formaldehyd (1 Produkt)

Gekürzte Nachricht vom 20.11.2025

Vollständiges Dokument und Link zu
Greepeace-Bericht (41 S.):

<https://www.greenpeace.de/engagieren/nachhaltiger-leben/shein>



UBA-Texte 145/2025: ChemSelect: Das Bewertungskonzept

Transformation im Chemikaliensektor durch konzeptionelle Ansätze und Lebenszyklusbewertung von Chemikalien

Das Bewertungskonzept beschreibt die Nachhaltigkeitsbewertung von Stoffen mit der Online-Anwendung ChemSelect des Umweltbundesamtes. Die Bewertungskriterien betreffen u.a. Human- und Umwelttoxizität, Exposition von Beschäftigten Verbraucher*innen und Umwelt, Klima- und Ozonschädlichkeit, Ressourcenverbrauch, Kreislauftüchtigkeit und Verantwortung in der Lieferkette. Die Hauptkriterien werden anhand von einem bis vier Unterkriterien mittels Indikatoren ermittelt. Das Konzept beschreibt außerdem die Bewertungslogik für den Vergleich mehrerer Stoffe sowie die Bewertung und den Vergleich von Gemischen. Anwendende Zielgruppen sind v.a. kleine und mittlere Unternehmen in Europa und global.

Download:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/chemselect-das-bewertungskonzept>



Forschungsvorhaben bewilligt: AI for Chemical Risk Prediction in Aquatic Environments

Das Forschungsvorhaben „AI4ChemRisk“, bewilligt von der Carl Zeiss Stiftung, analysiert Risiken der Chemikalienbelastung durch Abwässer und Landwirtschaft in unseren Süßwasserökosystemen. Mit Hilfe von KI-Modellen sollen Kontaminationsprozesse vorhergesagt werden, um deren Management zu verbessern.

Ziele

Das interdisziplinäre Forschungsteam von AI4ChemRisk unter der Koordination von Prof. Kloft (RPTU Kaiserslautern-Landau)

vereint Expertise aus Umweltwissenschaften, Informatik und chemischer Verfahrenstechnik, um chemische Risiken in Süßwasserökosystemen im globalen Maßstab zu erfassen und zu prognostizieren. Ausgangspunkt ist die zunehmende Belastung von Gewässern durch Chemikalien aus Landwirtschaft und Abwässern. Eine fundierte Bewertung dieser Risiken ist bislang kaum möglich, da Messdaten fehlen und Umweltfaktoren wie Topografie, Wetter und Hydrologie komplex zusammenwirken. Das Projekt entwickelt daher innovative KI-Modelle, die chemische Belastungen automatisch erkennen, fehlende Messungen realistisch simulieren und physikalische sowie ökologische Zusammenhänge berücksichtigen. Mit Deep-Learning-Methoden zur Anomalieerkennung und generativen Modellen werden neue Ansätze geschaffen, um Datenlücken zu schließen und Entwicklungen präziser vorherzusagen. Ergänzend entstehen benutzerfreundliche Werkzeuge wie etwa Sprachchnittstellen, die den Zugang zu Analysen erleichtern und datenbasierte Entscheidungen unterstützen.

Ziel ist es, Hochrisikogebiete frühzeitig zu identifizieren, Stresskarten zu erstellen und so einen Beitrag zum Schutz und nachhaltigen Management aquatischer Ökosysteme zu leisten. Die Ansätze sind auf Bereiche wie Gesundheitswesen, Landwirtschaft und Sicherheit übertragbar und haben ein transformatives Potenzial.

Homepage: <https://www.carl-zeiss-stiftung.de/uebersicht-projekte/detail/ai-for-chemical-risk-prediction-in-aquatic-environments>



Reformation of science publishing: the Stockholm Declaration

Abstract. Science relies on integrity and trustworthiness. But scientists under career pressure are lured to purchase fake publications from ‘paper mills’ that use AI-generated data, text and image fabrication. The number of low-quality or fraudulent publications is rising to hundreds of thousands per year, which—if unchecked—will damage the scientific and economic progress of our societies. The result is editor and reviewer fatigue, irreproducible experiments, misguided experiments, disinformation and escalating costs that devour funding from taxpayers intended for research. It is high time to reevaluate current publishing models and outline a global plan to stop this unhealthy development. A conference was therefore organized by the Royal Swedish Academy of Sciences to draft an action plan with specific recommendations, as follows.

(i) Academia should resume control of publishing using non-profit publishing models (e.g. diamond open-access). (ii) Adjust incentive systems to merit quality, not quantity, in a reputation economy where the gaming of publication numbers and citation metrics distorts the perception of academic excellence. (iii) Implement

Informationen

mechanisms to prevent and detect fake publications and fraud which are independent of publishers. (iv) Draft and implement legislations, regulations and policies to increase publishing quality and integrity. This is a call to action for universities, academies, science organizations and funders to unite and join this effort.

Source: Sabel, B. and Larhammar, D.: Royal Science Open Publishing 2025, 12 (11), <https://doi.org/10.1098/rsos.251805>

größten Phosphatproduzenten. In den nächsten Jahren will die Regierung die Produktion wieder deutlich hochfahren – laut der französischen Tageszeitung fast um das Fünffache von drei auf 14 Millionen Tonnen jährlich.

Report, gekürzt, von Georg Krammer, ORF.at, 9. November 2025, 20.51 Uhr

Vollständiger Bericht mit weiteren Links:
<https://orf.at/stories/3410725/>

Tunesien: Kampf gegen alte Chemiefabriken

Im tunesischen Gabes haben [...] Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt das Gelände einer Chemiefabrik gestürmt. Sie machen den Betreiber für schwere Umweltschäden und vermehrte Krankheitsfälle verantwortlich. Es kommt regelmäßig zu Massenprotesten.

Die Probleme sind seit Jahren bekannt, am 10. Oktober eskalierten die Proteste gegen den Werkskomplex an der Mittelmeer-Küste und die staatlichen Groupe chimique Tunisien (GCT). Das Militär übernahm den Schutz des Geländes. Die GCT verarbeitet dort Phosphaterze, die in der Region Gafsa in Zentraltunesien abgebaut werden. Lieferant ist die heute zum Konzern gehörende Compagnie des phosphates de Gafsa (CPG), Endprodukte sind vor allem Düngemittel und Phosphorsäure. Die Fabriken im Golf von Gabes gingen 1972 in Betrieb. Seither fließen chemische Abfälle ungeklärt ins Meer, die Bewohner der bekannten Oasenstadt klagen über beißenden Gestank von Ammoniak und Schwefel. An einem Tag im September klagten Dutzende Schulkinder über schwere Atemprobleme. Panik brach aus. Ein ähnliches Szenario wiederholte sich noch zweimal. Menschen litten unter Erstickungsanfällen. Nach den Protesten auf dem Werkgelände gab es Berichte über den Einsatz von Tränengas und Festnahmen.

Phosphatprodukte sind für Tunesien wichtiger Exportfaktor und Devisenquelle. Die Chemiefabriken wurden unter dem ersten Präsidenten Tunesiens nach der Unabhängigkeit von Frankreich, Habib Bourguiba, in Betrieb genommen. Sie galten als Paradeprojekt wirtschaftlicher Entwicklung, auf den Schutz der Umwelt wurde nicht geachtet.

Die Abwässer und Emissionen der in die Jahre gekommenen Anlagen werden vor allem auch für eine steigende Zahl von Krebserkrankungen in der Region verantwortlich gemacht. Chemikalien fließen ins Meer, Meeresboden und Strände sind von dunklem Schlamm bedeckt. Bei der Herstellung von Phosphorsäure fällt Phosphorgips als Nebenprodukt an, ein Gemisch, das giftige und mitunter radioaktive Substanzen aus den Erzen enthält. Außerdem entsteht dabei giftiger Fluorwasserstoff.

Die chemische Industrie ist eine wichtige Säule der tunesischen Exportwirtschaft. Bis 2011 war das Land einer der



PIK-Bericht: Sieben Belastungsgrenzen des Planeten Erde sind überschritten

Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) schlägt Alarm. Sieben von neun Belastungsgrenzen des Planeten seien inzwischen überschritten, heißt es in einem neuen Bericht. Im vergangenen Jahr waren es noch sechs. Neu hinzugekommen ist die Versauerung der Ozeane.

Die überschrittenen Grenzen sind außerdem: Klimawandel, Integrität der Biosphäre, Veränderung der Landnutzung, Veränderung der Süßwassersysteme, Veränderungen im Stickstoff- und im Phosphorkreislauf und Eintrag menschengemachter Substanzen. Zwei der ausgewiesenen Belastungsgrenzen liegen laut dem „Planetary Health Check“ noch im sicheren Bereich: die Belastung durch Aerosole (Luftverschmutzung) und die Ozonschicht.

Die Mehrheit der lebenswichtigen Funktionen unseres Planeten sei in Gefahr, erklärte PIK-Direktor Johan Rockström: „Mehr als drei Viertel der lebenswichtigen Erdsystem-Funktionen befinden sich nicht mehr im sicheren Bereich. Die Menschheit verlässt ihren sicheren Handlungsräum und erhöht so das Risiko, den Planeten zu destabilisieren.“ Der Zustand der Erde verschlechtere sich massiv.

Meere verlieren zunehmend ihre stabilisierende Rolle im Erdsystem

Hauptursache für die Ozean-Versauerung ist die Verbrennung fossiler Energieträger, verstärkt durch Abholzung und Landnutzungswandel. Ozeane nehmen große Mengen des menschengemachten Kohlendioxids aus der Atmosphäre auf, wodurch ihr Wasser saurer wird. Dadurch verlieren die Meere zunehmend ihre stabilisierende Rolle im Erdsystem, wie das Forscherteam weiter mitteilte. Die Folgen seien spürbar: Kaltwasserkorallen, tropische Riffe und arktische Ökosysteme gerieten unter Druck – ebenso ganze Nahrungsketten und damit die Ernährungssicherheit auch des Menschen.

Forscher halten die Entwicklung noch für umkehrbar

Der Bericht der Forscher ist auch ein Appell an Politiker, Wirtschaft und Gesellschaft, die Lebensgrundlagen besser zu schützen. Auch wenn die Diagnose ernst sei, bestehে weiterhin die Chance diese Entwicklung umzukehren, so Rockström. Das zeigten Beispiele wie der Rückgang der Luftverschmutzung durch Aerosole und die Erholung der Ozonschicht.

Deutschlandfunk, 25.09.2025

PIK-Pressemitteilung: <https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/sieben-von-neun-planetaren-grenzen-ueberschritten-ozeanversauerung-im-gefahrenbereich>

Originalbericht: Planetary Boundaries Science (PBScience), 2025: Planetary Health Check 2025. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Potsdam, Germany.

<https://www.planetaryhealthcheck.org/>

Unsere neuen Mitglieder

Neuaufnahmen in die Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie vom 26.08 bis 24.11.2025

Zander, Johannes; FG-Eintritt: 01.09.2025

Michalski, Esther Maria; FG-Eintritt: 01.09.2025

Agaba, Vanita; FG-Eintritt: 15.09.2025

Gaulocher, Sophie; FG-Eintritt: 16.09.2025

Düren, Linda Anja; FG-Eintritt: 19.09.2025

Shakeel, Muzamil; FG-Eintritt: 22.09.2025

Knauf, Karina; FG-Eintritt: 23.09.2025

Ahmad, Zeeshan; FG-Eintritt: 26.09.2025

Aschenbrenner, Leon; FG-Eintritt: 02.10.2025

Kirchner, Lukas; FG-Eintritt: 02.10.2025

Böker, Julius; FG-Eintritt: 09.10.2025

Lindemann, Julia; FG-Eintritt: 20.10.2025

Osseily, Rawan; FG-Eintritt: 07.11.2025

Oulad El Majdoub, Yassine; FG-Eintritt: 07.11.2025

Pothmann, Marvin; FG-Eintritt: 12.11.2025

Kruse, Ronja; FG-Eintritt: 13.11.2025

Karbach, Alina; FG-Eintritt: 13.11.2025

Geburtstage

Der Vorstand und die Redaktion der Mitteilungen unserer Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie gratulieren unseren Jubilaren aufs herzlichste

Geburtstagsliste Januar bis März 2026

60 Jährige

Dr. Markus Telscher, Geburtstag 06.02.1966

- 01.01.2015–31.12.2022 FG-Beisitzer, FG U & Ö

Dr. André Weidenhaupt, Geburtstag 11.02.1966

Dr. Dirk Brinkmann, Geburtstag 19.02.1966

Dr. Brigitte Simon-Hettich, Geburtstag 28.02.1966

Prof. Dr. Wolfgang Völkel; Geburtstag 25.03.1966

65 Jährige

Dr. Wilfried Rockensüß, Geburtstag 29.01.1961

Dr. Maximilian Hempel, Geburtstag 16.02.1961

- 01.01.2015–31.12.2022 FG-Beisitzer, FG Nachhaltige Chemie

Prof. Dr. rer. Ursula Klaschka, Geburtstag 11.03.1961

Dr. Michael G. Weller, Geburtstag 12.03.1961

Dr. Boris Gödicke, Geburtstag 27.03.1961

Dr. Dieter Lehne, Geburtstag 29.03.1961

70 Jährige

Dr. Roland Schröder, Geburtstag 21.02.1956

75 Jährige

Dr. Volker Koch, Geburtstag 06.01.1951

Dr. Gerhard Rimkus, Geburtstag 06.03.1951

Rainer Nielsen, Geburtstag 07.03.1951

Dr. Burckhard Kaussmann, Geburtstag 27.03.1951

85 Jährige

Prof. Dr. Bernd Rosenkranz, Geburtstag 25.01.1941

Liebe Mitglieder der Fachgruppe „Umweltchemie und Ökotoxikologie“,

mit dieser Ausgabe verabschiedet sich das bisherige Redaktionsteam der Mitteilungen mit Klaus Fischer als verantwortlichem Redakteur und Matthias Kudra als Designer und Layouter von Ihnen. Der Grund hierfür ist ein einfacher: nachdem wir uns beide aus dem aktiven Berufsleben zurückgezogen haben, scheint es uns an der Zeit zu sein, in der Redaktion der Mitteilungen einen Generationswechsel herbeizuführen.

Vor 20 Jahren stellte Prof. Müfit Bahadir (TU Braunschweig) die Weichen zur Umstellung der „Mitteilungen“ vom Druckerzeugnis auf das digitale Format. Als wir damals die damit verbundene Herausforderung angenommen haben, war es dabei unser grundlegendes Anliegen, an Inhalt, Format und auch am Design des Heftes so wenig wie möglich zu ändern. Wir hoffen, dass dies einigermaßen gelungen ist, denn immer standen die Mitteilungen als geschlossenes Heft am Anfang eines Quartals zum Download zur Verfügung. Wir haben auch Anlass zu vermuten, dass diese Umstellung der Erscheinungsweise die Popularität des Heftes nicht geschmälert hat; schließlich haben seitdem über 1000 Autorinnen und Autoren die Mitteilungen mit interessanten und wegweisenden Beiträgen bereichert. Dafür möchten wir allen Autorinnen und Autoren unseren herzlichen Dank aussprechen. Unser Hauptanliegen bestand immer darin, unserer Leserschaft aktuelle und hochwertige Originalbeiträge zur Verfügung zu stellen, ergänzt um Selbstdarstellungen fachrelevanter Institutionen und Firmen. Natürlich sollten die Mitteilungen auch Einblick in das Fachgruppenleben und in die Aktivitäten der Arbeitskreise geben sowie eine Auswahl aktueller Nachrichten präsentieren. In diesem Zusammenhang freuen wir uns, dass die Mitgliederbefragung über die Zukunft der Mitteilungen eindeutig ergeben hat, dass diese Schwerpunktsetzung von der großen Mehrheit der Teilnehmenden als positiv bewertet wird. Mehrheitliche Zustimmung fand auch die Option, die Fachgruppenzeitschrift auch weiterhin quartalsweise in Heftform erscheinen zu lassen, was nicht ausschließt, dass Inhalte über andere Plattformen wie LinkedIn zur Verfügung gestellt werden.

Auf der Homepage der Fachgruppe sind nach wie vor alle elektronischen Ausgaben der Mitteilungen sowie die Inhaltsverzeichnisse der gedruckten Hefte von 2001 bis 2005 abrufbar. Ein elektronisches Sachregister erleichterte die Suche nach bestimmten Artikeln, z.B. über den Namen des entsprechenden Autors bzw. der Autorin. Wir hoffen, dass dies weitergeführt werden kann.

Gern begleiten wir in der Anfangsphase das neu konstituierte Editorial Board, das ab 2026 für die Herausgabe der Mitteilungen verantwortlich zeichnen wird. Wir hoffen, dass Bewährtes fortentwickelt wird und zugleich die Tür für neue Konzepte und Ideen offensteht. Wir bedanken uns bei Allen, die die „Mitteilungen“ zu ihrer Stammlektüre haben werden lassen und besonders bei jenen, die uns dies haben wissen

lassen. Die Mitteilungen sind Sprachrohr und Aushängeschild der Fachgruppe – wir sind dankbar, dass uns diese über fast zwei Jahrzehnte anvertraut wurden.

Klaus Fischer und Matthias Kudra



Blick vom Aussichtspunkt „Mariensäule“ auf Trier