oekotoxzentrum
centre ecotox

oekotoxzentrum news

33. Ausgabe November 2026
Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie



Reifenabrieb verändert Lebensgemeinschaften im Biofilm S. 3

Pestizide bleiben länger im Boden als erwartet S. 4

Referenzwerte für Pflanzenschutzmittel in Böden S. 6

Wichtige Referenzbereiche für Bioindikatoren S. 7

Trifluoressigsäure als Herausforderung S. 8

Boden: Eine lebenswichtige Ressource rückt in den Fokus



Dr. Mathieu Renaud, Bodenökotoxikologe am Oekotoxzentrum

Boden zählt zu unseren wertvollsten natürlichen Ressourcen. Er bildet die Grundlage für die Nahrungsmittelproduktion, die Regulierung und Reinigung des Wassers, die Speicherung von Kohlenstoff und den Erhalt der Biodiversität. Zudem nimmt er Schadstoffe auf, die durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt gelangen und von denen viele jahre- oder sogar jahrzehntelang bestehen bleiben. Trotz seiner zentralen Bedeutung wurde Boden in Monitoring- und Schutzprogrammen bisher weniger Aufmerksamkeit geschenkt als Wasser.

Das ändert sich nun: Unsere Gesellschaft wird sich zunehmend der Belastungen bewusst, denen Böden ausgesetzt sind, und auch die Behörden schenken dem Thema mehr Beachtung. Auf EU-Ebene führte 2025 die Einstufung von über 60 Prozent der Böden als geschädigt zur Verabschiedung der Richtlinie zur Bodenüberwachung und -resilienz. Diese schafft einen Rahmen für die systematische Bewertung des Bodenzustands und die Bewirtschaftung kontaminierter Standorte. Ziel ist es, bis 2050 gesunde Böden zu erreichen.

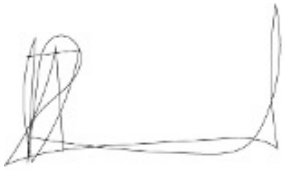
Die Schweiz verfolgt einen eigenen regulatorischen Ansatz, doch die Fragen sind dieselben: Wie lässt sich feststellen, ob Böden ihre Funktionen und ihre Fruchtbarkeit aufrechterhalten können? Und wie können wir die Auswirkungen von chemischen Belastungen identifizieren und bewerten? Mit der zunehmenden politischen Aufmerksamkeit wächst auch das Interesse an geeigneten Methoden, die eine evidenzbasierte Entscheidungsfindung ermöglichen.

In diesem Heft stellen wir mehrere unserer Beiträge aus den Bereichen Bodenökotoxikologie und Risikobewertung vor. So war das Oekotoxzentrum an einer schweizweiten Studie zu Pestizidrückständen in Landwirtschaftsböden beteiligt. Die Ergebnisse zeigen, dass Bodeneigenschaften und Klima die Persistenz von Pestiziden stark beeinflussen. Mehrere Substanzen blieben länger im Boden als erwartet, teils in Konzentrationen, die aus ökotoxikologischer Sicht bedenklich sind.

Das Vorhandensein und die Persistenz von Rückständen bedeuten jedoch nicht automatisch, dass ein Umweltrisiko besteht. Um ein solches festzustellen, ist eine umfangreichere Risikobewertung erforderlich. Als Beitrag dazu hat das Oekotoxzentrum ein Verfahren zur Bestimmung von Soil Guideline Values (SGV) entwickelt. Diese Werte helfen dabei, Standorte zu identifizieren, an denen Pestizidrückstände ein Risiko für die Bodenfruchtbarkeit darstellen könnten und eine vertiefte Bewertung mithilfe biologischer Indikatoren angezeigt ist.

Ergänzend zum chemischen Monitoring liefern diese Bioindikatoren Informationen darüber, wie Schadstoffe auf Bodenorganismen wirken und wie sie die Funktionsweise von Ökosystemen beeinflussen. Ihre Interpretation ist allerdings nach wie vor komplex. Wir haben untersucht, wie sich die natürliche Variabilität nutzen lässt, um Referenzreaktionsbereiche für bestimmte Pflanzenarten und Bodenorganismen festzulegen. Diese Referenzwerte ermöglichen es, natürliche Schwankungen von belastungsbedingten Auswirkungen zu unterscheiden, und bieten eine wissenschaftliche Grundlage für die Integration von wirkungsbasierten Ansätzen in Bodenmonitoringprogramme.

Böden sind komplexe Systeme, doch die zunehmende Aufmerksamkeit eröffnet neue Möglichkeiten für Forschung, Regulierung und praktische Umsetzung. Mit unserer Forschung, Methodenentwicklung und unserem Wissenstransfer möchten wir die notwendigen wissenschaftlichen Methoden bereitstellen, um den Schutz und die nachhaltige Bewirtschaftung unserer Böden als lebenswichtiger Ressource zu unterstützen.



Titel: Die Bodenfruchtbarkeit ist essenziell für unsere Nahrungsmittelproduktion und sollte nicht durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln beeinträchtigt werden. Das Oekotoxzentrum trägt mit der Entwicklung von risikobasierten Referenzwerten und geeigneten Bioindikatoren dazu bei, solche Risiken zu erfassen (Foto: Oekotoxzentrum).

Reifenabrieb verändert Lebensgemeinschaften im Biofilm

Reifenabrieb gelangt über Strassenablauf und Abwasser in Gewässer. Eine neue Studie zeigt, dass diese Partikel dort die Zusammensetzung und Funktion natürlicher Biofilmgemeinschaften verändern können, die als Basis für das Nahrungsnetz im Gewässer dienen.

Beim Autofahren entsteht stets Reifenabrieb, der sich entlang von Verkehrswegen ablagert und primär durch Strassenabwasser in Böden und Gewässer gelangt. In Europa werden die Emissionen von Reifenabrieb auf jährlich rund 450 000 Tonnen geschätzt. Welche Folgen die Partikel für komplexe Lebensgemeinschaften im Gewässer haben, ist allerdings noch wenig untersucht.

Besonders interessant ist dabei das Periphyton, der natürliche Biofilm, der Steine und andere Oberflächen in Bächen bedeckt. Er besteht aus Algen, Bakterien und Pilzen, die in ein komplexes Netzwerk eingebettet sind, und übernimmt eine zentrale Funktion im Gewässer: Durch Photosynthese produziert er organische Substanz und stellt damit eine wichtige Grundlage des Nahrungsnetzes dar. «Veränderungen im Periphyton könnten deshalb Folgen für die gesamte Nahrungskette im Ökosystem haben», erklärt Sara Gonçalves, Postdoktorandin an der Abteilung für Umwelttoxikologie der Eawag. Ein Team von Forschenden der Eawag, des Oekotoxzentrums und der EPFL hat daher genauer betrachtet, welche Effekte die Reifenpartikel auf das Periphyton haben.

Reifenpartikel lagern sich an Biofilm an

Um die Wechselwirkungen zu untersuchen, setzte das Forschungsteam Periphyton für zwei Wochen unterschiedlichen Konzentrationen von zerkleinerten Reifenprofilen aus (50, 500 und 1000 mg/L). Dabei beobachteten die Forschenden zunächst, dass sich die Reifenpartikel auf und in dem Biofilm anreichern: Rund 25 bis 30 Prozent der verwendeten Partikel waren bei den höheren Konzentrationen mit dem Periphyton assoziiert. «So können auch Reifeninhaltsstoffe in Kontakt mit dem Biofilm gelangen», sagt Sara Gonçalves. «Dazu gehören zum Beispiel Zink und verschiedene organische Verbindungen, die als Vulkanisiermittel, Antioxidantien oder Ozonschutzmittel eingesetzt werden.»

Zunächst Effekte auf die Lebensgemeinschaft, dann auf die Funktion

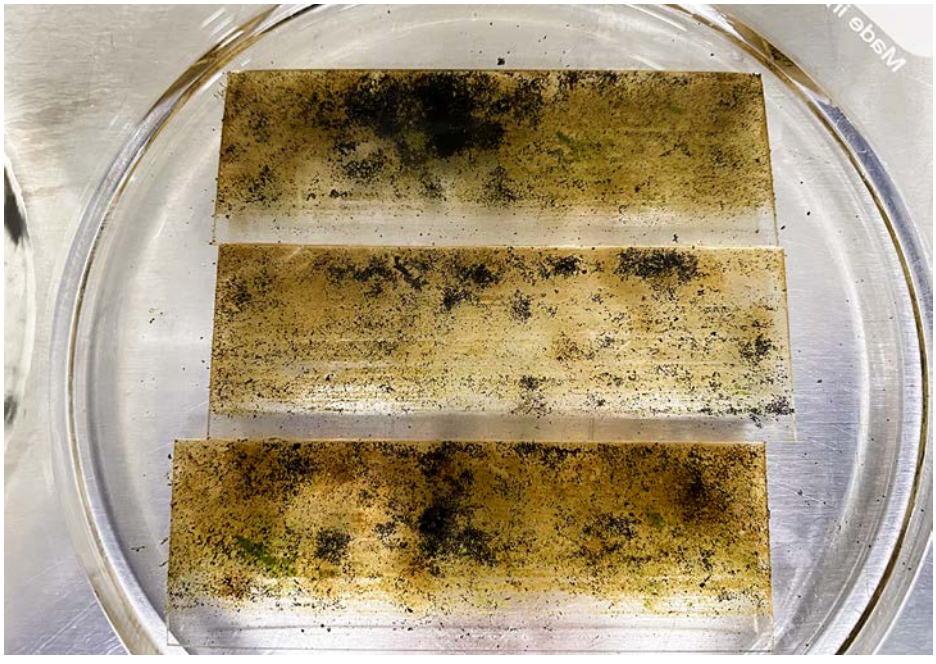
Die Reifenpartikel hatten deutliche Effekte auf die Zusammensetzung des Biofilms: Bei 50 mg/L nahm die Häufigkeit von Kieselalgen gegenüber der Kontrolle um rund 45 Prozent ab; bei 500 und 1000 mg/L um bis zu 85 Prozent. Gleichzeitig verschoben sich die Anteile der anderen Gruppen, darunter Cyanobakterien und Grünalgen. Auch bei den Bakterien zeigte sich eine deutliche Verschiebung: Die Bakterien der Untergruppe Bacillota verschwanden fast aus dem Biofilm, wenn dieser Reifenpartikeln ausgesetzt wurde.

Damit reagierte die Lebensgemeinschaft im Biofilm bereits bei der niedrigsten getesteten Konzentration auf die Reifenpartikel, während funktionelle Veränderungen erst bei höheren Belastungen deutlich wurden. Nach 14 Tagen mit 500 oder 1000 mg/L Reifenpartikeln hatte die Biomasse der Algen um rund 30 Prozent abgenommen. Die Photosyntheseeffizienz nahm bei der höchsten getesteten Konzentration um etwa zehn Prozent ab. Eine verringerte Photosyntheseeffizienz zeigte sich auch bei der Exposition gegenüber dem wässrigen Extrakt aus den Reifenpartikeln. «Auch wenn die Konzentration der Reifenpartikel hier höher angesetzt war als die typische Konzentration in Bächen und Flüssen, könnte die niedrigste getestete Konzentration bei Extremereignissen wie Schneeschmelze oder der Autoreinigung kurzfristig erreicht werden», so Gonçalves.

Reifenmaterial kann also im Gewässer die Struktur komplexer Lebensgemeinschaften verändern, die eine wichtige Rolle für das gesamte Ökosystem spielen. «Die Zusammensetzung solcher Lebensgemeinschaften kann ein empfindlicher Indikator für die Umweltwirkung von Reifenpartikeln sein, noch bevor eine Beeinträchtigung der Biofilmfunktion messbar wird», sagt Sara Gonçalves. Da das Periphyton gleichzeitig Quelle organischer Substanz, Schnittstelle zwischen Wasser und Sediment sowie potenzieller Eintrittspfad in die Nahrungskette ist, lohnt es sich, diese Effekte bei der Bewertung von Reifenpartikeln in Zukunft stärker zu berücksichtigen.

Mehr Informationen: Gonçalves, S. et al. (2026). Cryogenically milled tire tread induces functional and structural changes in natural periphyton communities. Environmental Pollution, 401, 128303 (12 pp.). doi.org/10.1016/j.envpol.2026.128303, https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/item/eawag:36646

Kontakt: Alexandra Kroll
alexandra.kroll@oekotoxzentrum.ch;
Sara Gonçalves
saraisabel.bastosgoncalves@eawag.ch



Biofilme auf Objektträgern werden Reifenpartikeln ausgesetzt.

Pestizide bleiben länger im Boden als erwartet

Pestizidrückstände sind in Schweizer Landwirtschaftsböden weit verbreitet und dort oft deutlich langlebiger als in regulatorischen Bewertungen angenommen. Besonders relevant ist, dass einige Rückstände auch nach Jahren noch in Konzentrationen vorkommen, die für Bodenorganismen von Bedeutung sein könnten.

Böden sind eine zentrale Lebensgrundlage, sowohl für die Nahrungsmittelproduktion als auch für zahlreiche Ökosystemleistungen. Gleichzeitig sind Landwirtschaftsböden vielfältigen Belastungen ausgesetzt. Dazu gehören auch Pestizide, die nach der Anwendung im Boden verbleiben können. Wie verbreitet solche Rückstände in Schweizer Landwirtschaftsböden sind und wie lange sie dort über die regulatorisch erwarteten Abbauzeiten hinaus nachweisbar bleiben, haben Forschende von Agroscope und dem Oekotoxzentrum gemeinsam mit weiteren Partnern untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Realität im Feld teilweise deutlich von den Annahmen der regulatorischen Bewertung abweicht.

Rückstände in allen untersuchten Böden

Für die Studie beprobten die Forschenden insgesamt 126 Landwirtschaftsstandorte, die über die ganze Schweiz verteilt sind. Diese umfassten Äcker, Gemüseflächen, Rebflächen und Apfel- und Aprikosenplantagen, die alle konventionell bewirtschaftet wurden, sowie vier biologisch bewirtschaftete Äcker als Vergleichsstandorte. Die Standorte wurden jeweils zwischen November und März beprobt, um Belastungsspitzen durch aktuelle Applikationen während der Kultivierung zu vermeiden. Die Proben wurden auf insgesamt 146 Pestizide analysiert, darunter 127 Wirkstoffe und 19 Transformationsprodukte.

An allen 126 Standorten wurden Pestizidrückstände nachgewiesen, selbst auf den biologisch bewirtschafteten Ackerflächen. Dort war die Zahl der nachgewiesenen Rückstände jedoch deutlich niedriger als auf den konventionell bewirtschafteten Flächen. Auf den konventionell bewirtschafteten Flächen wurden je nach Landnutzung im Mittel Rückstände von 22 bis 28 verschiedenen Pestiziden pro Standort gefunden, auf einem Acker sogar 54. Die Summe der gemessenen Pestizidkonzentrationen war auf Gemüseflächen im Mittel am höchsten.

«Dabei handelte es sich nicht ausschliesslich um aktuell eingesetzte Wirkstoffe», erläutert Studienleiter Thomas Bucheli von Agroscope. «Oft wurden auch Transformationsprodukte von Pestiziden nachgewiesen, die in der Schweiz nicht mehr zugelassen sind. Ein Beispiel dafür ist Atrazin-2-hydroxy, ein Abbauprodukt des schon lange verbotenen Herbizids Atrazin. Dies zeigt, dass frühere Anwendungen noch über lange Zeit im Boden nachweisbar sein können.»

Nicht nur die Anwendung entscheidet

Wie viele Pestizide in einem Boden gefunden wurden, hing nicht nur davon ab, wie intensiv diese eingesetzt wurden, sondern auch von den Bodeneigenschaften und den klimatischen Bedingungen. Die Zahl der nachgewiesenen Pestizide stieg mit dem Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden und sank mit langfristig höheren Niederschlagsmengen. Welche Prozesse diese Zusammenhänge erklären, wurde in der Studie nicht direkt untersucht. Denkbar sind unter anderem eine reduzierte Bioverfügbarkeit, weil Pestizide an die organische Bodensubstanz gebunden werden, sowie eine höhere mikrobielle Aktivität und stärkere Verlagerung in den Unterboden unter feuchteren Bedingungen. «Trockene und humusreiche Böden scheinen also besonders anfällig für das Vorkommen von Pestizidrückständen zu sein», so Bucheli. «Dies sollte bei der Standortwahl für das Bodenmonitoring berücksichtigt werden.»

Höhere Persistenz als erwartet

Die Persistenz von Pestiziden im Boden, gemessen als Halbwertszeit (DT50), ist ein wichtiges Kriterium bei der Pestizidzulassung. Die Forschenden verglichen die im Rahmen der Zulassung ermittelten maximalen Feld-DT50 mit der unter realen Feldbedingungen beobachteten Persistenz und fanden sie in etwa 60 Prozent der Fälle überschritten. Besonders gross war die Abweichung bei Rückständen, die sich zum Zeitpunkt der Probenahme bereits länger als die entsprechende DT90 (in der Zulassung ermittelte Zeit bis zum Verschwinden von 90 Prozent der Ausgangsmenge) im Boden befanden.

Dies kann daran liegen, dass Pestizide im Boden mit zunehmender Verweildauer stärker an organische und mineralische Bodenbestandteile gebunden oder in Bodenaggregaten eingeschlossen werden. Dadurch kann sich ihr Abbau verlangsamen. Die regulatorischen Studien dagegen erfassen häufig vor allem die frühen Phasen des Abbaus und bilden das Langzeitverhalten nur begrenzt ab.

Potenzielle Wirkung auf Bodenorganismen

Um abzuschätzen, ob die gefundenen Pestizidrückstände für Bodenorganismen ökotoxikologisch relevant sein könnten, verglichen die Forschenden die gefundenen Konzentrationen mit toxikologischen Schwellenwerten aus der Zulassung für verschiedene Bodentiere wie Regenwürmer, Springschwänze und Milben. «An 22 der 126 Standorte haben wir Hinweise auf mögliche ökotoxikologische Effekte durch Pestizidgemische gefunden», erklärt Marion Junghans vom Oekotoxzentrum. «Besonders häufig war dies auf Apfelplantagen der Fall, die höchste Mischungstoxizität fand sich jedoch auf Gemüseflächen.» Für die vier biologisch bewirtschafteten Ackerflächen sowie die Aprikosenplantagen wurden keine Überschreitungen beobachtet. Zu den potenziellen Mischungseffekten trugen 13 Pestizide bei, von denen sieben zwischen 2016 und 2021 ihre Zulassung in der Schweiz verloren hatten. Drei Wirkstoffe trugen besonders stark zur potenziellen Mischungstoxizität bei, nämlich die Fungizide Difenoconazol und Epoxiconazol sowie das Insektizid Chlorpyrifos, das für kleine Bodentiere sehr giftig ist. Von diesen ist nur Difenoconazol noch zugelassen.

Rückstände bleiben lange relevant

Besonders interessant sind solche Pestizide, die deutlich länger im Boden bleiben, als es die regulatorischen Daten erwarten liessen. Für mehrere Wirkstoffe – darunter Difenoconazol, Chlorpyrifos, Epoxiconazol, Boscalid und Fludioxonil – wurden auch nach dem Überschreiten des DT90-Zeitraums noch Konzentrationen gemessen, die potenziell für Mischungswirkungen relevant sind. «Wir wissen jedoch nicht, welcher Anteil dieser gealterten Rückstände tatsächlich noch bioverfügbar ist», betont Marion Junghans. Die ökotoxikologische Bewertung war nicht für alle Rückstände möglich,



Pestizide werden eingesetzt, um nicht einen Teil der Ernte durch Schädlinge oder Unkräuter zu verlieren. Doch Rückstände der Stoffe können noch lange nach der Anwendung im Boden verbleiben.

da teilweise keine chronischen Daten für die Bodentiere vorlagen. «Ausserdem haben wir Pflanzen und Mikroorganismen hier nicht berücksichtigt. Diese können zusätzlichen ökotoxikologischen Risiken ausgesetzt sein», ergänzt Junghans.

Schweizer Böden im europäischen Vergleich

Die Forschenden verglichen die Schweizer Ergebnisse auch mit den Daten des europäischen LUCAS-Bodenmonitorings von 2018. Dabei zeigte sich, dass die potenziellen ökotoxikologischen Belastungen für Bodentiere in der Schweiz über alle betrachteten Landnutzungen hinweg höher ausfielen als in den untersuchten europäischen Ländern. Die besonders relevanten Pestizide waren in beiden Datensätzen überwiegend dieselben, wurden in der Schweiz aber häufiger oder in höheren Konzentrationen nachgewiesen. Die höheren Belastungen könnten teilweise mit höheren Anwendungsmengen oder -häufigkeiten bestimmter relevanter Pestizide in der Schweiz zusammenhängen.

Konsequenzen für die Zulassung und das Bodenmonitoring

Die Studie zeigt, dass die in der Zulassung verwendeten Persistenzdaten das langfristige Verhalten von Pestiziden im Feld nicht immer ausreichend abbilden. Gerade langlebige Rückstände können noch weit über den erwarteten DT90-Zeitraum hinaus im Boden vorhanden sein. Die Forschenden schlagen deshalb vor, Persistenzstudien über diesen Zeitraum hinaus zu verlängern und Modelle einzusetzen, die den langsamer werdenden Abbau älterer Rückstände besser abbilden. Für zukünftige Bodenmonitoringprogramme empfehlen sie zudem, gezielt potenziell besonders relevante Pestizide zu untersuchen und die Analysemethoden stärker zu harmonisieren.

Schliesslich werden risikobasierte Schwellenwerte für Pestizide und Bioindikatoren benötigt, um das Risiko für die Bodenorganismen zu bewerten und so die Böden in und neben dem Feld zu schützen: Das Oekotoxzentrum hat solche Schwellenwerte bereits für zahlreiche Pestizide erarbeitet und optimiert auch die Anwendung der Bioindikatoren (mehr dazu siehe S. 6 und 7). «Gleichzeitig braucht es weitere Forschung, um die tatsächlichen Auswirkungen im Feld zu beurteilen», sagt Marion Junghans. «Besonders wichtig ist es zu klären, welcher Anteil der langlebigen Rückstände biologisch verfügbar bleibt.» Dies ist Gegenstand laufender Arbeiten beider Institutionen.

Mehr Informationen: Rösch, A. et al. (2026) Longevity of modern pesticides in Swiss agricultural soils: distribution, drivers, and potential environmental implications. Environ. Sci.: Processes Impacts 2026; 28 (8): 2169–2186. https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/item/eawag:37294

Kontakt: Marion Junghans
marion.junghans@oekotoxzentrum.ch;
Thomas Bucheli
thomas.bucheli@agroscope.admin.ch

Referenzwerte für Pflanzenschutzmittel in Böden: Ein neues Instrument für die Schweizer Landwirtschaft

Wie lässt sich erkennen, ob Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Landwirtschaftsböden ein Risiko für die Bodenfruchtbarkeit darstellen? Die neuen risikobasierten Bodenreferenzwerte können dafür eine erste Orientierung geben. Die vorgeschlagenen Werte basieren auf ökotoxikologischen Daten und sollen als Screening-Werte auffällige Standorte identifizieren.



Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Böden sollen die Bodenfruchtbarkeit nicht beeinträchtigen. Soil Guidance Values (SGV) helfen bei der Einordnung gefährdeter Böden.

Der Bundesrat hat 2017 seinen Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verabschiedet. Ein Ziel ist, dass der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) keine langfristigen Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit hat. Um dies zu überprüfen, sollen PSM-Rückstände in Landwirtschaftsböden in Zukunft überwacht und ihre Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit bewertet werden. Dafür braucht es zum einen risikobasierte Referenzwerte, mit denen gemessene Rückstände eingeordnet werden können, und zum anderen geeignete Bioindikatoren zur Erfassung von Effekten im Feld.

Das Oekotoxzentrum entwickelt diese beiden Elemente gemeinsam mit EnviBioSoil. Der Fokus liegt dabei auf den Bodenorganismen und dem Gedeihen der Kulturpflanzen, da diese Organismengruppen für die Bodenfruchtbarkeit entscheidend sind und sie am ehesten direkt von Rückständen betroffen werden. Als risikobasierte Referenzwerte hat das Projektteam sogenannte Soil Guideline Values (SGV) vorgeschlagen, die auf Basis von ökotoxikologischen Daten bestimmt werden. SGVs sind Screening-Werte für PSM-Rückstände, oberhalb derer negative Effekte auf die Bodenfruchtbarkeit nicht ausgeschlossen werden können.

Auswahl und Bewertung der Substanzen

Die Forschenden haben SGVs für den grössten Teil der rund 80 PSM bestimmt, die im Monitoring der Nationalen Bodenbeobachtung in der Schweiz nachgewiesen wurden. Die Werte für die SGVs reichen von 0,037 µg pro kg Boden bei Atrazin bis zu 8500 µg/kg bei Metalaxyl. Für die meisten PSM wurden sogenannte Ad-hoc-SGV abgeleitet, die ausschliesslich auf den ökotoxikologischen Daten aus der Zulassung beruhen. Eine Reihe von priorisierten PSM wurde ökotoxikologisch besonders genau bewertet, wobei neben den Daten aus der Zulassung auch Daten aus der wissenschaftlichen Literatur herangezogen wurden. Die Datenqualität prüften die Forschenden nach einem standardisierten Verfahren und berücksichtigten nur solche, die als zuverlässig und relevant eingestuft wurden. Da pro Standort im Boden jeweils zahlreiche PSM nachgewiesen werden, wurden die einzelnen SGVs anschliessend in einen Ansatz zur Bewertung von Mischungsrisiken durch PSM integriert.

Grenzen der Datenlage

Unsicherheiten in den SGVs aufgrund von Datenlücken wurden über Sicherheitsfaktoren berücksichtigt, da Screening-Werte einen vorsorgenden Charakter haben sollen. Die Bioverfügbarkeit der PSM-Rückstände wurde durch die Normalisierung auf einen standardisierten Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden einbezogen; es bleiben jedoch Fragen offen, inwiefern die Alterung im Boden ihre Bioverfügbarkeit weiter beeinflusst. Für fünf Substanzen – Fenarimol, Orbencarb, Pencycuron, Pyrifenox und Zoxamid – konnten keine SGVs bestimmt werden, da die Daten aus der Zulassung nicht öffentlich zugänglich sind.

Anwendung in der Praxis

Die SGVs sind als Screening-Werte ge-dacht, mit denen das Risiko für die Bodenfruchtbarkeit an einem Standort im Winter, vor der ersten PSM-Anwendung der neuen Saison, eingeschätzt werden kann. Werden die Werte überschritten, deutet dies auf ein mögliches Risiko für Effekte im Feld hin; in diesem Fall wird eine vertiefte, standortspezifische Untersuchung mit verschiedenen Bioindikatoren empfohlen. Idealerweise werden solche Untersuchungen über einen längeren Zeitraum von etwa fünf Jahren durchgeführt, um auch langfristige Effekte zu erkennen. Damit liefern die SGVs einen methodisch abgestützten ersten Filter, um diejenigen Standorte herauszufiltern, bei denen eine genauere Untersuchung der Effekte angezeigt ist.

Mehr Informationen: Junghans, M., Balk, F., Campiche, S., Lauber, E., Renaud, M., Ferrari, B. (2026) Soil Guideline Values – proposed screening values for the integrated assessment of plant protection product residues in agricultural soils, https://www.oekotoxzentrum.ch/projekte/bodenoekotoxikologie/monitoringkonzept-fuer-pflanzenschutzmittel-in-boeden

Kontakt: Marion Junghans
marion.junghans@oekotoxzentrum.ch

Wichtige Referenzbereiche für Bioindikatoren

Forschende des Oekotoxzentrums haben die natürliche Variabilität für vier Arten von Bodenorganismen bestimmt, die als ökotoxikologische Bioindikatoren für die Bestimmung der Bodengesundheit dienen. So schaffen sie die Grundlagen für eine praktische Anwendung dieser Methoden und für ein aussagekräftiges Bodenmonitoring.

Die Gesundheit unserer Böden ist essenziell und beeinflusst über die darin lebenden Bodenorganismen auch die Bodenfruchtbarkeit und damit die Nahrungsmittelproduktion. Um die Risiken durch Pflanzenschutzmittel (PSM) zu vermindern und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, hat der Bund 2017 den Aktionsplan Pflanzenschutzmittel lanciert. Im Rahmen dieses Aktionsplans erarbeitet das Oekotoxzentrum zusammen mit mehreren Projektpartnern ein Konzept für das Monitoring von PSM-Rückständen in Landwirtschaftsböden.

Bioindikatoren für das Bodenmonitoring

Doch wie lässt sich feststellen, wie stark ein Boden belastet ist? «Chemische Analysen zeigen zwar PSM-Rückstände an, sagen aber nichts darüber aus, ob die Stoffe bioverfügbar sind oder ob sie eine Wirkung auf Bodenorganismen haben», erklärt Projektleiter Mathieu Renaud. «Hier können Bodenorganismen helfen, die Belastungen über ihren Effekt auf biologische Reaktionen wie Fortpflanzung oder Wachstum anzeigen – man spricht hier auch von Bioindikatoren.» Das Oekotoxzentrum hat mehrere Bioindikatoren zur Bewertung der Bodenfruchtbarkeit vorgeschlagen. Dazu gehören beispielsweise Enchyträen und Springschwänze.

Was bisher jedoch fehlte, war eine geeignete Methode, um die Monitoringergebnisse zu interpretieren und Abweichungen vom Normalzustand zu erkennen. Eine wesentliche Herausforderung ist dabei die natürliche Vielfalt der Böden, da Eigenschaften wie pH-Wert, organische Substanz oder Textur beeinflussen können, wie sich Testorganismen im Boden entwickeln.

Bestimmung von natürlichen Referenzbereichen

Um eine biologische Reaktion einordnen zu können, braucht es daher eine geeignete Referenz. In ökotoxikologischen Labortests wird häufig ein standardisierter Boden als Kontrolle eingesetzt. «Ein solcher Kontrollboden ist jedoch nicht unbedingt repräsentativ für die Böden, die im Monitoring untersucht werden», sagt Renaud. «Das kann dazu führen, dass biologische Reaktionen falsch eingeschätzt werden und die Unterschiede zur Kontrolle nicht durch Belastungen, sondern durch die natürliche Variabilität in den verschiedenen Böden zustande kommen.» Daher hat Mathieu Renaud zusammen mit weiteren Forschenden 32 Böden aus dem Schweizer Jura ausgewählt und in diesen die Reaktionen von vier Testorganismen bestimmt: nämlich die Fortpflanzung von Springschwänzen und Enchyträen und die Wurzel- und Sprosslänge von Raps und Zwiebel.

Die Forschenden verglichen zwei unterschiedliche Ansätze, um den erwarteten Reaktionsbereich zu bestimmen – also die natürliche Variabilität in den unterschiedlichen Böden. Beim ersten Ansatz wurden die Reaktionen in den Böden mit einem standardisierten Kontrollboden verglichen und die Abweichungen bewertet. Der zweite Ansatz stützte sich direkt auf die Verteilung der Messwerte in den Böden. «Wir konnten für alle vier Testarten Normalbereiche bestimmen», sagt Renaud. «Der Verteilungsansatz war für die Bestimmung dieser Normalbereiche geeigneter als der Vergleich mit dem Kontrollboden.» Die untersuchten Böden enthielten nur sehr wenig PSM-Rückstände. Daher waren sie geeignet, um die natürliche biologische Variabilität abzubilden.

Überprüfung mit belasteten Böden

Die Ergebnisse zeigen, dass sich aus der natürlichen Variabilität von Bioindikatoren in Böden einer Region direkt Referenzbereiche ableiten lassen. Solche Bereiche können dabei helfen, zwischen natürlichen Schwankungen und Reaktionen auf PSM zu unterscheiden. Gleichzeitig wurde deutlich, dass sich die Variabilität zwischen den einzelnen Testarten unterschied und es nicht einen universellen Referenzbereich für alle Böden und Organismen gibt. Solche Referenzbereiche müssen daher artspezifisch und möglicherweise auch regional definiert werden.

«Als Nächstes werden wir unseren Ansatz auf weitere Bodentypen und Regionen der Schweiz ausweiten und die so bestimmten Normalbereiche mit belasteten Böden vergleichen», sagt Renaud. «So können wir beurteilen, wie empfindlich und zuverlässig die Bioindikatoren belastete Böden unter realen Monitoringbedingungen erkennen.»

Mehr Informationen: Renaud, M. et al. (2026) Natural variability of four ecotoxicological test species in soils–proof of concept at a regional scale and first step towards a national reference response. Integrated Environmental Assessment and Management, https://doi.org/10.1093/inteam/vjag114, https://dora.lib4ri.ch/eawag/item/eawag:37292

Kontakt: Mathieu Renaud
mathieu.renaud@centreecotox.ch



Die Fortpflanzung von Bodenorganismen wie Springschwänzen kann verwendet werden, um die Belastung eines Bodens zu ermitteln. Sie unterliegt aber auch einer natürlichen Streuung je nach Bodentyp.

Trifluoressigsäure als Herausforderung für Gewässerschutz und Trinkwasserversorgung

Die extrem persistente PFAS-Verbindung Trifluoressigsäure (TFA) lässt sich in Schweizer Gewässern und im Grundwasser nahezu flächendeckend nachweisen. Was über Eintragsquellen, mögliche gesundheitliche Auswirkungen und die Grenzen der Wasseraufbereitung bekannt ist, führt zu einem klaren Schluss: Wer die Belastung langfristig begrenzen will, muss an der Quelle ansetzen.

Sehr gut wasserlöslich, mobil und nach heutigem Wissensstand in der Umwelt praktisch nicht abbaubar: Diese Kombination von Eigenschaften macht Trifluoressigsäure zu einem besonderen Fall unter den per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS). Dazu kommt, dass TFA kontinuierlich aus unterschiedlichen Quellen in die Umwelt eingetragen wird. Für den Gewässerschutz stellt sich damit eine zentrale Frage: Wie lässt sich die weitere Anreicherung des Stoffes minimieren, der bereits heute weitverbreitet ist und sich nur schwer aus dem Wasser entfernen lässt?

Starke Zunahme in Fliessgewässern

Wie grossflächig TFA in der Schweiz inzwischen verbreitet ist, zeigen aktuelle Messungen. In einer Studie der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA wurde die Substanz 2022 und 2023 an 508 von 517 untersuchten Grundwassermessstellen nachgewiesen. Rund 70 Prozent der gemessenen Konzentrationen lagen unter 1 µg/L und 95 Prozent unter 2 µg/L, wobei die Werte in Landwirtschaftsregionen tendenziell höher ausfielen als in alpinen und voralpinen Gebieten.

Auch in Fliessgewässern ist TFA weitverbreitet. Zwischen 2021 und 2023 ergaben Messungen an neun Messstellen in fünf Schweizer Flüssen Konzentrationen zwischen 0,21 und 2,8 µg/L. Innerhalb der untersuchten Flusssysteme nahmen die Konzentrationen flussabwärts tendenziell zu. Besonders bemerkenswert ist jedoch die zeitliche Entwicklung: Verglichen mit Messungen aus den Jahren 1996/1997 stieg die mittlere TFA-Konzentration im Schweizer Flussnetz von 0,09 auf 0,52 µg/L – eine Zunahme auf etwa das Sechsfache.

Viele Quellen, ein besonders langlebiger Stoff

In die Umwelt gelangt TFA über verschiedene Wege. Der grösste bekannte Eintrag in der Schweiz stammt aus der atmosphärischen Deposition. Fluorierte Gase aus Kältemitteln werden in der Atmosphäre zu TFA abgebaut und gelangen anschliessend mit dem Niederschlag auf Böden und Gewässer. Weil die Substanz dabei über weite Strecken transportiert wird, erreicht sie selbst abgelegene Regionen in den Alpen. Für die Jahre 2021 bis 2023 haben Forschende die atmosphärische Deposition in der Schweiz auf jährlich rund 24,5 Tonnen TFA geschätzt, mehr als viermal so viel als noch vor 30 Jahren.

Eine weitere wichtige Quelle sind TFA-bildende Pflanzenschutzmittel, deren Beitrag in Landwirtschaftsgebieten deutlich höher ausfallen kann als die atmosphärische Deposition. Dazu kommen Einträge aus industriellen und kommunalen Abwässern, aus Deponien sowie möglicherweise aus der thermischen Behandlung von PFAS-haltigen Abfällen. Welche dieser Quellen dominiert, hängt stark vom betrachteten Ort ab. Gesamtschweizerisch stellt die atmosphärische Deposition den grössten bekannten Eintrag dar, auf einzelnen Landwirtschaftsflächen können Pflanzenschutzmittel jedoch einen wesentlich grösseren Beitrag leisten.

Kaum aus Wasser zu entfernen

Aufgrund seines niedrigen Molekulargewichts, der starken Polarität und der hohen Wasserlöslichkeit lässt sich TFA nur mit hohem Energieaufwand aus dem Wasser herausholen. Herkömmliche Verfahren der Trink- und Abwasseraufbereitung entfernen die Substanz nur unzureichend, da sie sich weder in Schlammflocken noch in der festen Phase anreichert. Und auch Aktivkohle und Anionenaustauscherharze, die bei langkettigen PFAS zu den etablierten Verfahren gehören, sind für TFA wenig geeignet.

Technisch abtrennen lässt sich TFA beispielsweise mittels Nanofiltration oder Umkehrosmose. Pilotversuche zeigen hohe Rückhalteraten, in einer Trinkwasser-Pilotanlage wurden mit Umkehrosmose mehr als 99,9 Prozent Entfernung erreicht. Allerdings entstehen dabei konzentrierte Abfallströme, und der Energie- und Kostenaufwand ist hoch, sodass diese Methoden für einen breiteren Einsatz nicht geeignet sind.

Verfahren, die TFA tatsächlich zerstören, stecken momentan noch in einem frühen Entwicklungsstadium. Erste Pilotversuche liefern zwar vielversprechende Ergebnisse, doch eignen sich solche Technologien derzeit vor allem für hoch konzentrierte industrielle Abwasser- oder Abfallströme. Eine flächendeckende Entfernung von TFA aus bereits belasteten Umweltgewässern erscheint damit weder technisch noch wirtschaftlich sinnvoll.

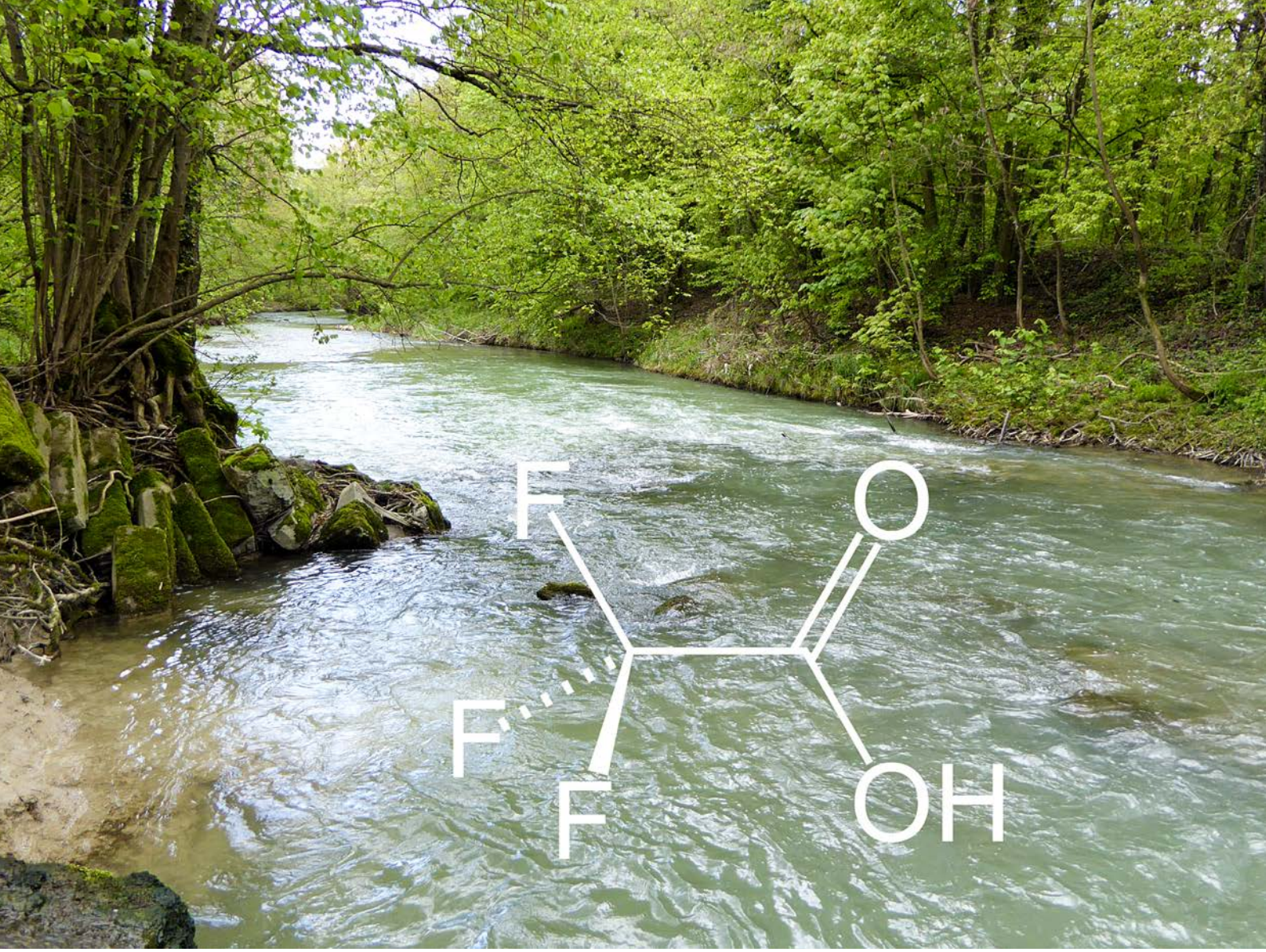
Und die Auswirkungen auf die Gesundheit?

Neben der Persistenz und der weiten Verbreitung rücken zunehmend auch die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen in den Fokus. In Tierstudien wurden unter anderem Veränderungen des Reproduktionssystems sowie Hinweise auf Entwicklungs- und Immuntoxizität beobachtet. Auf dieser Grundlage hat die Europäische Chemikalienagentur TFA 2026 als reproduktionstoxisch beurteilt.

Für Umweltorganismen gibt es nur wenig Daten. Akut scheint TFA bei vielen untersuchten Organismen relativ wenig toxisch zu sein; über mögliche chronische Auswirkungen ist bislang wenig bekannt. Besonders empfindlich reagieren nach bisherigem Kenntnisstand bestimmte Algenarten. Für zahlreiche weitere Organismengruppen, darunter Bodenorganismen, Landpflanzen und viele Meeresorganismen, fehlen belastbare Daten. Gerade bei einem Stoff mit sehr hoher Persistenz ist diese Wissenslücke relevant: Selbst geringe Risiken können über lange Zeiträume an Bedeutung gewinnen, wenn ein Stoff praktisch nicht abgebaut und kontinuierlich neu eingetragen wird.

Besser frühe Vorsorge statt später Sanierung

Einen spezifischen regulatorischen Anforderungswert für TFA in Trinkwasser oder Oberflächengewässern gibt es in der Schweiz derzeit noch nicht. Für den Schutz aquatischer Ökosysteme hat



Trifluoressigsäure (TFA) wird in Gewässern überall nachgewiesen, ist extrem stabil und beeinträchtigt die Fortpflanzung. Ist die Substanz einmal im Wasser, lässt sie sich kaum wieder entfernen.

das Oekotoxzentrum kürzlich ein chronisches Qualitätskriterium von 16 µg/L hergeleitet. In der EU wurde TFA unter der Wasserrahmenrichtlinie in die Summenanforderung für 25 PFAS aufgenommen, für die ein Wert von 4,4 ng/L PFOA-Äquivalenten festgesetzt wurde. Dieser Wert orientiert sich an der Einschätzung der EFSA zur unbedenklichen Konzentration für Menschen, deren Schutz hier im Mittelpunkt steht. Wäre in einer Wasserprobe nur TFA und kein anderes PFAS enthalten, dürfte eine Konzentration von 2,2 µg/L TFA nicht überschritten werden.

Noch liegen 95 Prozent der aktuell im Grundwasser gemessenen Werte unter diesem Wert. Die Messreihen der letzten 15 Jahre zeigen aber einen deutlichen Anstieg in Grund- und Oberflächengewässern. Und besonders in Landwirtschaftsgebieten enthält das Grundwasser bereits heute TFA in Konzentrationen zwischen 1 und 5 µg/L.

Einträge an der Quelle reduzieren

Die zentrale Schlussfolgerung lautet daher: Bei TFA ist die Prävention besonders wichtig. Die bereits vorhandene Umweltbelastung mit diesem persistenten Stoff lässt sich nur mit erheblichem technischem und wirtschaftlichem Aufwand reduzieren, eine Vermeidung neuer Einträge ist dagegen wesentlich effizienter. Dazu gehört insbesondere, die Verwendung jener Stoffe zu überprüfen, aus denen TFA entstehen kann: Kältemittel, bestimmte Pflanzenschutzmittel und weitere Vorläufersubstanzen. Zusätzlich können punktuelle Massnahmen bei stark belasteten industriellen Abwässern dazu beitragen, lokale Einträge zu reduzieren.

«Damit in Zukunft solche Situationen, in denen die Handlungsoptionen stark eingeschränkt sind, nicht mehr entstehen, sollte ein Kriterium zur Bewertung von Chemikalien eingeführt werden, das allein auf der Persistenz eines Stoffes beruht», sagt Alexandra Kroll vom Oekotoxzentrum. «Denn bei extrem persistenten und mobilen Stoffen ist die nachträgliche Sanierung wesentlich schwieriger als die Vermeidung weiterer Einträge. Eine frühzeitige Reduktion solcher Stoffe an der Quelle begrenzt deshalb nicht nur die Umweltbelastung, sondern erspart langfristig auch die Kosten für aufwendige Aufbereitungs- und Sanierungsmassnahmen.»

Mehr Informationen: Kroll, A. et al. (2026) Trifluoressigsäure (TFA): Herausforderungen für Gewässerschutz und Trinkwasserversorgung in der Schweiz. Aqua & Gas 106 (10), 18-25. https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/item/eawag:37390

Kontakt: Alexandra Kroll
alexandra.kroll@oekotoxzentrum.ch

Kurzmeldungen aus dem Oekotoxzentrum



Oekotoxzentrum an der EPFL in neuem Gebäude
Seit September 2026 stehen dem Oekotoxzentrum an der EPFL neue Räume und ein erweitertes Raumangebot zur Verfügung: Wir sind auf dem EPFL-Campus in Ecublens in das frisch sanierte CH-Gebäude umgezogen, wo wir nun im C-Stock und B-Stock zu finden sind. Wir freuen uns über die grosszügigen neuen Büros und Labore und die sonnige Dachterrasse. Achtung: Auch unsere Postadresse in Lausanne hat sich geändert, mehr Informationen finden Sie auf unserer Webseite.

www.oekotoxzentrum.ch/ueber-uns/kontakt



Oekotoxzentrum bei SRF Einstein zum Risiko von PFAS
Die Ewigkeitschemikalien PFAS belasten Gewässer, Böden, Lebensmittel und Menschen. Viele PFAS sind für Menschen und auch für die Umwelt schädlich. Doch trotz der chronischen Toxizität der Substanzen gibt es bis jetzt noch zu wenig aussagekräftige Daten zur Belastung.

Risikospezialistin Alexandra Kroll spricht mit Katrin Hönegger von SRF Einstein über die Bedeutung der aktuellen PFAS-Belastungen und ordnet diese ein. Die Sendung geht auf die Belastungen in Gewässern, Boden und Menschen ein und stellt neue Verfahren vor, um PFAS aus Trinkwasser, Gülle oder Abwasser zu entfernen.

Link zur Sendung: srf.ch/play/tv/einstein/video/risiko-pfas-vergiften-wir-unsere-zukunft?urn=urn:srf:video:caae04b3-d7f9-4544-b5ae-aa651510268a



Ökotoxikologische Bewertung einer neuen Strassenreinigungstechnologie
Der Kanton Genf hat eine innovative Technologie zur Strassenreinigung entwickelt, um die Freisetzung von Reifenabrieb und Schadstoffen in die Umwelt zu verringern. In einem neuen Projekt untersucht das Oekotoxzentrum zusammen mit der Eawag, der EPFL, dem Kanton Genf und dem Tire Industry Project, inwieweit diese neue Technologie potenziell den Eintrag und die Effekte dieser Materialien reduzieren kann.

Konkret handelt es sich um ein Fahrzeug zur Hochdruckreinigung, das eingesetzt wird, um die Poren von schallabsorbierendem Asphalt zu regenerieren und so dessen schallabsorbierende Funktion zu verlängern. Im Rahmen des Projekts charakterisieren die Forschenden zunächst den Istzustand, indem sie die Verteilung von Reifenabrieb und der damit verbundenen Chemikalien in Strassenstaub, Oberflächenabfluss und Böden charakterisieren. Diese Werte werden anschliessend mit den Konzentrationen nach Einsatz des neuen Reinigungssystems verglichen. Die ökologische Wirksamkeit der Technologie wird mit verschiedenen Biotests bewertet, die ein breites Spektrum an biologischen Reaktionen abdecken. So lässt sich abschätzen, in welchem Ausmass sich die ökologischen Folgen von Strassenabfluss unter realen Bedingungen verringern lassen.

Kontakt: Bénoit Ferrari, benoit.ferrari@centreecotox.ch; Etienne Vermeirssen, etienne.vermeirssen@oekotoxzentrum.ch



Übersicht über Pestizidgrenzwerte in der Schweiz und der EU

Pestizide werden in Pflanzenschutzmitteln, Biozidprodukten und Arzneimitteln für Mensch und Tier eingesetzt. Zum Schutz der Gesundheit der Menschen und der Umweltorganismen werden unbedenkliche Grenzwerte für Pestizide daher einerseits in Genehmigungs- und Zulassungsverfahren festgelegt, andererseits in der Lebensmittel- und Umweltschutzgesetzgebung. Teilweise unterscheidet sich die Umsetzung in der Schweiz und der EU.

Ein neues Infoblatt des Oekotoxzentrums gibt einen Überblick über die derzeit gültigen Grenzwerte für Pestizide in Gewässern und in Trinkwasser in der Schweiz und in der EU. Weitere Themen sind das Monitoring von Pestiziden in Gewässern und die Rückkopplung zwischen Monitoring und Zulassung.

Zum Infoblatt: https://www.oekotoxzentrum.ch/news-publikationen/infoblaetter

Bewertung der Mischungstoxizität von Pestiziden in Böden: Neue Publikation

Obwohl Pestizidrückstände in europäischen Böden in der Regel als Gemische aus mehreren Verbindungen vorkommen, wird bei der derzeitigen Umweltrisikobewertung für Böden jedes Pestizid nach wie vor als Einzelstoff betrachtet. Dadurch werden potenzielle Mischungseffekte auf Bodenorganismen und die Funktionen des Bodenökosystems übersehen.

Unserer neuer Review-Artikel fasst den Stand des Wissens zur Mischungstoxizität im Boden zusammen und zeigt wesentliche Datenlücken sowie konzeptionelle Mängel in der aktuellen wissenschaftlichen und regulatorischen Praxis der Umweltrisikobewertung im Boden auf. Auf dieser Grundlage schlagen wir einen spezifischen Ansatz für die Risikobewertung von Gemischen in Böden vor, der die einzelnen trophischen Ebenen im Nahrungsnetz getrennt betrachtet. Dieser Ansatz kann internationale Entwicklungen wie das neue EU-Bodenüberwachungsgesetz sowie experimentelle Bodenstudien informieren und unterstützen.

Balk, F., Lauber, E., Ferrari, B. J. D., Renaud, M., & Junghans, M. (2026). Current mixture toxicity assessments on soil organisms and applied risk assessments. Environmental Science: Advances. doi.org/10.1039/D5VA00405E, https://dora.lib4ri.ch/eawag/item/eawag:36660
Kontakt: Fabian Balk, fabian.balk@oekotoxzentrum.ch



Verordnungsänderungen zu PFAS-belasteten Lebensmitteln und Trinkwasser: Gesundheitsschutz sollte höher gewichtet werden

Das Oekotoxzentrum hat zusammen mit anderen Forschenden zu einer Stellungnahme der Akademien der Wissenschaften Schweiz beigetragen und diese koordiniert, und zwar zu vorgeschlagenen Verordnungsänderungen im Bereich PFAS und öffentliche Gesundheit. PFAS (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) sind sehr langlebige chemische Verbindungen, die sich überall in der Umwelt und auch in Lebensmitteln und Trinkwasser nachweisen lassen und die die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können.

Im Verordnungsentwurf des Bundes werden die derzeit geltenden Trinkwasser-Höchstwerte für PFAS verschärft und zusätzlich ein separater Höchstwert für vier kritische PFAS-Verbindungen vorgeschlagen. Während die Forschenden diese Strategie unterstützen, halten sie den für die kritischen PFAS vorgeschlagenen Höchstwert von 20 Nanogramm pro Liter für zu hoch, um den Gesundheitsschutz zu sichern. Ausserdem hat der Bund vorgeschlagen, dass in einer Übergangsfrist PFAS-belastete Lebensmittel mit unbelasteten gemischt werden dürfen, um diese weiterhin verkaufen zu können. Dies wird abgelehnt, da so die PFAS-Belastung im Lebensmittelkreislauf und die Belastung der Menschen nicht reduziert, sondern nur umverteilt werden und der Anreiz sinken könnte, PFAS-Hotspots zu sanieren.

Mehr Informationen auf der Webseite der SCNAT:
https://scnat.ch/de/uuid/i/b399decd-061f-556f-8065-ec0e01e74fde-Bei_PFAS-belasteten_Lebensmitteln_den_Gesundheitsschutz_h%C3%B6her_gewichten

Ökotoxikologie anderswo

In dieser Rubrik informiert das Oekotoxzentrum über interessante internationale Neuigkeiten aus der Ökotoxikologie in den Bereichen Forschung und Regulatorik. Die Auswahl von Beiträgen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Inhalte in den einzelnen Beiträgen spiegeln nicht in jedem Fall die Standpunkte des Oekotoxzentrums wider.

Umweltmonitoring zur Bekämpfung von Antibiotikaresistenzen

Antibiotikaresistenzen können sich über die Umwelt ausbreiten und zwischen Umwelt und menschlichem Mikrobiom übertragen werden. Eine neue Analyse fordert daher, das Umweltmonitoring in Europa systematisch in die Strategien gegen die Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen zu integrieren. Die Forschenden werteten 18 nationale Strategien aus, die mehr als 76 Prozent der europäischen Bevölkerung abdecken. Dabei zeigte sich, dass Daten zum Vorkommen von Antibiotikaresistenzen in der Umwelt nur fragmentiert und uneinheitlich erfasst werden. Ein europaweites harmonisiertes Umweltmonitoring sei daher eine zentrale Säule für einen wirksamen One-Health-Ansatz gegen Antibiotikaresistenzen.

Corno, G. *et al.* (2026) Environmental surveillance of antimicrobial resistance: the missing pillar in Europe's One Health strategy. npj Antimicrob Resist https://doi.org/10.1038/s44259-026-00274-9

Pestizidzulassung in der EU: Forschende warnen vor Abschwächung des Umweltschutzes

Der Vorschlag der EU-Kommission von 2025 zur Vereinfachung der Pestizidzulassung würde die Schwächen der derzeitigen Umweltrisikobewertung von Pestiziden verstärken, warnen Forschende. Kritisiert wird vor allem die geplante unbefristete Zulassung von Wirkstoffen: Neubewertungen lägen dann im Ermessen der Kommission, obwohl gerade die regelmässige Erneuerung der Zulassung seit 2011 zum Verbot von 59 Wirkstoffen geführt hat. Ausserdem würden die Übergangsfristen für nicht erneuerte Wirkstoffe verlängert und die unabhängige Forschung weniger berücksichtigt. Die Forschenden fordern, gefährdete Artengruppen besser abzudecken, Herstellerstudien offenzulegen und ein systematisches Monitoring nach der Zulassung einzuführen.

Wintermantel, D. *et al.* (2026) EU Omnibus proposal increases pesticide risks. Science 392,1348-1351. DOI:10.1126/science.aeg8744

Forscher schlagen Richtwerte für PFOA und PFOS in Boden vor

Zwei Forschende haben Bodenrichtwerte für die beiden PFAS-Altlasten PFOS und PFOA vorgeschlagen. Da deren Auswaschung ins Grundwasser als empfindlichster Endpunkt gilt, rechneten sie zurück, welche Bodengehalte den Wassergrenzwert von 4 ng/L einhalten würden, der zum Schutz der menschlichen Gesundheit gefordert wird. Dies wären nur 0,01 µg PFOA bzw. 0,06 µg PFOS pro Kilogramm Boden und damit weit weniger als die Nachweisgrenze kommerzieller Labore von etwa 1 µg/kg. Pragmatisch wird ein Richtwert von 1 µg/kg für beide Substanzen vorgeschlagen, der als zulässiger Gehalt in Klärschlamm, Biosolids und Gülle dienen könnte. Für bereits belastete Flächen empfehlen die Autoren Kosten-Nutzen-Analysen und eine stärkere Bindung der Stoffe im Boden, etwa durch Phytomanagement oder Biokohle.

Sauvé, S., Arp, H.P.H. (2026) Urgency to Propose Normative Soil Limits for Per- and Polyfluoroalkyl Substances Targeting PFOA and PFOS. Environ. Sci. Technol. Lett. 13, 862–864. https://doi.org/10.1021/acs.estlett.6c00543

Chemikaliengemische wirken entlang der Nahrungskette bis zum Menschen

Umweltchemikalien können sich entlang der Nahrungskette anreichern und bis in den Menschen biologisch wirksam bleiben. Das zeigt eine Studie, in der komplexe organische Schadstoffgemische aus Wasser, Fischen, Lebensmitteln und menschlichem Blut mit 22 In-vitro-Biotests untersucht wurden. Die stärksten Effekte traten in Proben aus Fischen und Menschen auf. Für sechs besonders empfindliche Endpunkte konnte das Prinzip der Konzentrationsaddition die beobachteten Mischungseffekte der quantifizierten Chemikalien erklären. Allerdings erklärten diese Chemikalien nur einen kleinen Teil der Gesamtwirkung.

Escher, *B. et al.* (2026) In Vitro Bioassay Evidence for Chemical Mixture Propagation from the Environment to Humans. Environ. Sci. Technol. 60, 16498–16513. https://doi.org/10.1021/acs.est.6c00908

Hohe Schadstoffkonzentrationen in Regenabwasser in Städten

Städtisches Regenabwasser kann Gewässer mit Schadstoffen belasten, deren Konzentrationen weit oberhalb von ökotoxikologischen Schwellenwerten liegen. Eine Untersuchung von 34 Regenabwasserproben aus ganz Europa weist insbesondere Metalle, Reifenabrieb und Arzneimittel als relevante Risikotreiber aus. Bei den Metallen wurden die höchsten Überschreitungen für Aluminium, Kupfer und Zink beobachtet. Unter den neu auftretenden Schadstoffen zeigte das Antibiotikum Clarithromycin die höchste Überschreitung, gefolgt von 6PPD-Chinon, das durch die Umwandlung von Reifenchemikalien entsteht. Auch andere Reifenchemikalien waren weit verbreitet.

Molnár Karlsson, T. *et al.* (2026) Inventory and risk characterization of urban runoff pollutants in Europe. Water Research, 297, 125680, https://doi.org/10.1016/j.watres.2026.125680.

Impressum
Herausgeber: Oekotoxzentrum

Eawag
Überlandstrasse 133
8600 Dübendorf
Schweiz
Tel. +41 58 765 5562
Fax +41 58 765 5863
www.oekotoxzentrum.ch

EPFL-ENAC-IIE-GE
Station 2
1015 Lausanne
Schweiz
Tel. +41 21 693 6258
Fax +41 21 693 8035
www.centreecotox.ch

Redaktion: Anke Schäfer, Oekotoxzentrum
Copyright: Die Texte und die nicht anders markierten Fotos unterliegen der Creative-Commons-Lizenz «Namensnennung 4.0 International». Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und verändert werden. Weitere Informationen zur Lizenz finden Sie unter https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.
Fotos: Oekotoxzentrum; Eawag (S. 3, 5), Adobe Stock (S. 6, 11)
Satz und Layout: Egger next, Thun
Abonnement und Adressänderung: Neuabonnentinnen und Neuabonnenten willkommen, info@oekotoxzentrum.ch