



Ökotoxikologische Beurteilung von Pflanzenschutzmittelkonzentrationen in Oberflächengewässern: Was unterscheidet Überwachungswerte (EQS) von Zulassungswerten (RAC)?

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden in der Landwirtschaft oder in Privatgärten eingesetzt, um Pflanzen oder Früchte vor Schadorganismen und Konkurrenz durch andere Pflanzen zu schützen. Da PSM das Ziel haben, das Wachstum unerwünschter Organismen zu verhindern oder diese zu vernichten, sind sie biologisch aktiv und können auch Gewässerorganismen schädigen, besonders wenn diese mit den bekämpften Schadorganismen verwandt sind. Dadurch können auch indirekte Auswirkungen, wie die Beeinträchtigung der Nahrungsgrundlage oder Verschiebungen in der Artenzusammensetzung, auftreten.

Mehrere Erlasse schützen Gewässer

Der Schutz der Gewässerorganismen vor einer Schädigung durch PSM und die relevanten Schutzziele sind in der Schweiz in drei Erlassen verankert: im Gewässerschutzgesetz (GSchG), der zugehörigen Gewässerschutzverordnung (GSchV) sowie in der Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverord-

nung, PSMV). Letztere basiert ihrerseits auf mehreren Gesetzen (u.a. Chemikaliengesetz, Landwirtschaftsgesetz) und muss dabei auch die Regeln zur Vermeidung von Handelshemmnissen berücksichtigen. Während sich GSchG und GSchV auf die Einträge von Chemikalien in Fließgewässer beziehen (Immissionsseite), beruhen die Zulassungen nach PSMV in ökologischer Hinsicht auf einer Beurtei-

lung des Austrags von PSM (Emissionsseite).

Gemäss GSchV soll die Wasserqualität der Oberflächengewässer unter anderem so beschaffen sein, dass Stoffe, die Gewässer verunreinigen und durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können, keine nachteiligen Einwirkungen auf die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen haben. Auch die biologischen Prozesse zur Deckung der physiologischen Grundbedürfnisse von Pflanzen und Tieren, wie Stoffwechselfvorgänge, Fortpflanzung und geruchliche Orientierung von Tieren, dürfen nicht beeinträchtigt werden. Die meisten Vollzugskompetenzen im Bereich Gewässerschutz liegen bei den Kantonen und deren Fachstellen. Das Bundesamt für Umwelt koordiniert und beaufsichtigt die entsprechenden Aufgaben.

Parallel dazu regelt die PSMV die Zulassung, Verwendung und Kontrolle von PSM. Gemäss ihrem Zweckartikel soll sie sicherstellen, dass PSM „bei vorschriftsgemäsem Umgang keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt haben“. Gleichzeitig zielt sie darauf ab, die landwirtschaftliche Produktion zu verbessern. Für die Zulassung von PSM in der Schweiz ist das Bundesamt für Landwirtschaft verantwortlich.

Zulässige PSM-Konzentration in Gewässern rechtlich geregelt

Gemäss Anhang 2 der GSchV dürfen in Fliessgewässern pro Einzelstoff höchstens 0,1 µg/l organische PSM («numerische Anforderung») vorkommen; wird dieser Wert überschritten, sind nach Art. 47 GSchV Abklärungen und gegebenenfalls zusätzliche Massnahmen zu treffen. Nicht genutzt wurde bisher die Möglichkeit gemäss Anhang 2 GSchV, auf Grund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens für einzelne PSM andere Werte festzulegen.

In der Praxis einiger Kantone hat sich im Zusammenhang mit der Beurteilung der Qualität der Fliessgewässer zusätzlich zu den numerischen Anforderungen der GSchV der Vergleich mit effektbasierten Qualitätskriterien etabliert, und in der EU sind solche Qualitätskriterien bereits rechtlich verankert. Der Bundesrat prüft zur Zeit die Einführung analoger Qualitätskriterien zur Beurteilung der Wasserqualität für alle Mikroverunreinigungen inklusive Pestizide in die GSchV [1].

Effektbasierte Qualitätskriterien

Auch effektbasierte Qualitätskriterien sind numerische Anforderungen für Einzelstoffe, die in Gewässern nicht überschritten werden sollten, weil sonst nachteilige Auswirkungen auf Wasserlebewesen zu befürchten sind. Da PSM für Gewässerorganismen unterschiedlich toxisch sind, stellt die numerische Anforderung der GSchV von 0,1 µg/l für einige PSM ein sehr hohes Schutzniveau dar, während andere PSM auch noch bei Konzentrationen unterhalb von 0,1 µg/l schädliche Wirkungen auf Wasserlebewesen haben können [2]. Daher ist es sinnvoll, verschiedene Verunreinigungen in Fliessgewässern aufgrund ihrer spezifischen ökotoxikologischen Auswirkungen mit effektbasierten Qualitätskriterien zu beurteilen anstatt pauschal mit einem einzigen numerischen Wert (0,1 µg/l). Die effektbasierten Qualitätskriterien werden auf der Grundlage von ökotoxikologischen Studien zu spezifischen PSM ermittelt.

Was sind EQS und RAC?

Die derzeit geltenden numerischen Anforderungen von Anhang 2 GSchV für organische Pestizide sind nicht effektbasiert. Dagegen handelt es sich bei den **Environmental Quality Standards (EQS)** gemäss der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Union (EU) um effektbasierte Qualitätskriterien: Liegt die Konzentration eines PSM unterhalb dieses Wertes, wird keine nachteilige Wirkung auf Wasserorganismen erwartet. Solche Qualitätskriterien werden in der Schweiz zurzeit erst in wenigen Kantonen zur Bewertung des Gewässerzustands herangezogen.

Ein EQS wird unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors für die chronische (Langzeit-) Belastung des Gewässers mit diesem Schadstoff (AA-EQS)¹ und für die akute (Kurzzeit-) Belastung (MAC-EQS)² hergeleitet. In der EU müssen beide Werte in Oberflächengewässern eingehalten werden. Zur Herleitung der EQS werden vorhandene ökotoxikologische Daten aus chronischen oder akuten Tests mit Gewässerorganismen genutzt.

Ob ein bestimmtes PSM für Gewässerorganismen ein Risiko darstellt, muss sowohl in der Schweiz als auch in der EU im Rahmen des Zulassungsverfahrens für das einzelne Produkt geprüft werden. Aus der Risikobewertung bei der Zulassung können sogenannte **Regulatory Acceptable Concentrations (RAC)** hergeleitet werden, unterhalb derer keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Gewässerorganismen erwartet werden [3].

Die Bestimmung von RAC-Werten ist nicht in der PSMV geregelt, sondern basiert auf Empfehlungen der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA). Das BLW publiziert auf dem Internet eine Liste der bisher abgeleiteten RAC-Werte (siehe unten). Diese Werte sind nicht rechtsverbindlich: Sie dienen vielmehr als Richtschnur bei der Überprüfung von PSM im Rahmen des Zulassungsverfahrens und der Wirksamkeit von Massnahmen zur Risikominderung bei deren Anwendung (siehe auch den nachfolgenden Abschnitt zu den methodischen Unterschieden).

Obwohl die PSMV in Übernahme der Terminologie des Landwirtschaftsgesetzes bzw. der europäischen Pflanzenschutzrichtlinie³ von «unannehmbaren Nebenwirkungen» der PSM und nicht von «nachteiligen» oder «schädlichen» Auswirkungen auf Gewässer spricht wie das schweizerische Gewässerschutzrecht, geht es um das gleiche Ziel. Mit dem Zulassungsverfahren gemäss PSMV soll auf der Produktseite sichergestellt werden, dass die Ziele des Gewässerschutzes eingehalten bzw. erreicht werden.

Methoden zur Bestimmung der EQS

Je nach Menge und Zusammensetzung der verfügbaren Ökotoxizitätsdaten wird der EQS eines Wirkstoffs mit unterschiedlichen Methoden bestimmt. Die **Sicherheitsfaktormethode** benötigt am wenigsten Toxizitätsdaten und wird deshalb am häufigsten verwendet. Hier müssen Daten für mindestens drei aquatische Arten verfügbar sein, die drei Glieder der Nahrungskette repräsentieren, z. B. Algen, wirbellose Tiere und Fische. Für die **Methode der Speziessensitivitätsverteilung (SSD-Methode)** müssen Toxizitätsdaten für mindestens zehn, idealerweise mehr als fünfzehn Arten aus

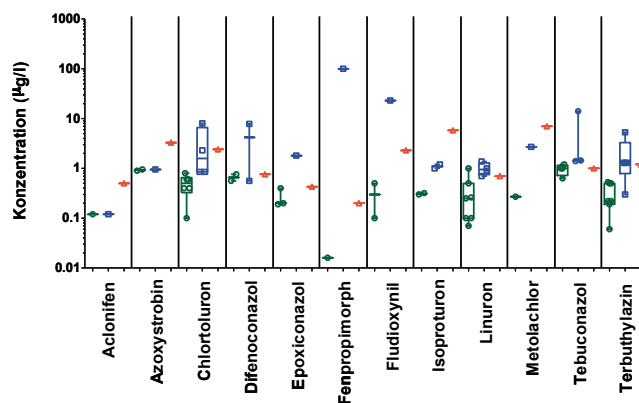
mindestens acht Pflanzen- und Tiergruppen zur Verfügung stehen. Bei der **Mikro- oder Mesokosmen-Methode** werden die Auswirkungen einer Substanz auf die Populationen und Lebensgemeinschaften eines künstlichen Ökosystems betrachtet. Je mehr ökotoxikologische Daten zur Verfügung stehen, desto grösser ist die Sicherheit, dass die vorhandenen Daten das Ökosystem angemessen berücksichtigen, und desto kleiner ist daher der verwendete Sicherheitsfaktor. Die genauen Herleitungsmethoden werden in einem technischen Dokument der EU beschrieben [4].

Methodische Unterschiede zwischen RAC und EQS

Als Grundlage für die Herleitung des RAC-Wertes dienen ebenfalls die drei oben beschriebenen Methoden. Diese werden allerdings in einem mehrstufigen Prozess so eingesetzt, dass die weniger aufwendigen Methoden zuerst angewendet werden (Sicherheitsfaktormethode → SSD-Methode → Mikro- oder Mesokosmen-Methode). In der ersten Stufe wird geprüft, ob die in der PSMV geforderten Verhältnisse (Sicherheitsfaktoren) zwischen negativen Auswirkungen auf Fische, Wasserflöhe und Algen und der vorhergesagten Umweltkonzentration (predicted environmental concentration, PEC) eingehalten werden. Die weiteren Methoden sind in einem technischen Dokument der EFSA beschrieben [5] und werden in der Praxis herangezogen um zu überprüfen, ob „die Anwendung des Pflanzenschutzmittels unter den vorgeschlagenen Bedingungen keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Lebensfähigkeit“ der Wasserorganismen hat. Ist dies der Fall, kann gemäss PSMV eine Bewilligung erteilt werden. Auf jeder Stufe wird das Risiko bestimmt, indem das Ergebnis der Effektbeurteilung mit dem PEC verglichen wird. Nur wenn das Risiko gemäss PSMV nicht akzeptabel, d.h. der PEC-Wert grösser als der RAC ist, wird die nächste Stufe der Risikobewertung durchgeführt.

Auch wenn EQS und RAC grundsätzlich auf denselben Methoden basieren, gibt es im Detail methodische Unterschiede, die zu unterschiedlichen Werten führen können. Dies sind zum Beispiel:

- **Berücksichtigung vorübergehender negativer Effekte:** Im Rahmen der PSM-Zulassung werden unter gewissen Bedingungen kurzfristige negative Effekte auf Algen oder wirbellose Tiere akzeptiert, wenn sich die Organismen innerhalb von 8 Wochen erholen.
- **Grössere Toleranz für Auswirkungen auf Algen und Wasserpflanzen:** Bei der EQS-Herleitung werden zur Beurteilung der chronischen Toxizität gegenüber Wasserpflanzen und Algen PSM-Konzentrationen herangezogen, bei denen nur 10% der Testorganismen geschädigt werden. Für die RAC-Herleitung werden hingegen PSM-Konzentrationen verwendet, bei denen bereits 50% der Testorganismen geschädigt sind.



Numerischer Vergleich von AA-EQS (grün), MAC-EQS (blau) und RAC (rot) für verschiedene Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Die Abbildung zeigt, dass der RAC häufig zwischen dem AA-EQS und dem MAC-EQS liegt - oder über beiden. Wenn der RAC höher als der MAC-EQS liegt, kann das daran liegen, dass eine Erholung der geschädigten Organismen berücksichtigt wurde. Dies ist z.B. für Azoxystrobin der Fall. Für Aclonifen ist der RAC aufgrund der grösseren Toleranz für Auswirkungen auf Algen und Wasserpflanzen höher als beide EQS. Der RAC kann aber auch im Bereich des AA-EQS liegen.

Quantitative Unterschiede

Aufgrund der unterschiedlichen Methodik der PSM-Zulassung und des Gewässerschutzrechts kommt es zu mehr oder weniger deutlichen Unterschieden zwischen chronischem AA-EQS, akutem MAC-EQS und dem RAC. In Abbildung 1 werden diese 3 Werte für 12 PSM-Wirkstoffe verglichen, die alle mindestens einmal in Schweizer Fliessgewässern oberhalb ihrer RAC-Werte nachgewiesen worden sind [6]. Es handelt sich dabei ausschliesslich um Herbizide und Fungizide. Die RAC wurden vom Bundesamt für Landwirtschaft hergeleitet. Bei den EQS wurden alle AA- und MAC-EQS berücksichtigt, die zu einer Substanz aus verschiedenen EU Ländern vorlagen. Diese können sich unterscheiden, wenn sie von mehreren Experten, zu unterschiedlichen Zeiten und basierend auf unterschiedlichen ökotoxikologischen Daten hergeleitet wurden. Die Boxplots zeigen den Median sowie den höchsten und niedrigsten EQS an.

Für die Schweiz verfügbare RAC und EQS

Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt hat das Ökotoxizentrum EQS-Vorschläge für zahlreiche PSM erarbeitet und auf seiner Webseite zugänglich gemacht (www.oekotoxzentrum.ch/qualitaetskriterien). Eine Liste mit den vom BLW veröffentlichten RAC findet sich unter www.blw.admin.ch/themen/00011/00075/00224/index.html?lang=de.

1 AA = annual average

2 MAC = maximum allowable concentration

3 Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates

Bild vorne:
Typische Organismen für Ökotoxtests: Grünalgen, Daphnie, Fischeier (von links)

Quellen:

¹ [Fließgewässer durch Pestizide belastet](#). Antwort des Bundesrates auf Interpellation Burgeois.

² Junghans, M., Kase, R., Chèvre, N. (2012) Qualitätskriterien für Pflanzenschutzmittel: Methode zur Herleitung von Qualitätskriterien für PSM in Schweizer Oberflächengewässern. Aqua & Gas 11, 16-22

³ Knauer, K., Knauert, S., Felix, O. und Reinhard, E. (2010) Aquatische Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln. Agrarforschung Schweiz 1: 372-377

⁴ Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards (TGD-EQS - EC 2011). Guidance Document No. 28, European Commission

⁵ EFSA (2013) Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. EFSA Journal 2013;11(7):3290

⁶ Knauer, K. (2014) Pflanzenschutzmittel in Oberflächengewässern: Vergleich mit regulatorisch akzeptablen Konzentrationen (RAC) aus dem Zulassungsverfahren. Aqua & Gas 5, 29-32

Ansprechperson

Oekotoxzentrum, Eawag-EPFL, Dr. Marion Junghans, Telefon +41 58 765 5401, marion.junghans@oekotoxzentrum.ch

Adressen

Oekotoxzentrum, Eawag, Überlandstrasse 133, Postfach 611, CH-8600 Dübendorf, +41 (0)58 765 55 62, info@oekotoxzentrum.ch, www.oekotoxzentrum.ch
Centre Ecotox, EPFLENAC-IIE-GE, Station 2, CH-1015 Lausanne, +41 (0)21 693 80 35, info@centreecotox.ch, www.centreecotox.ch
Eawag, Überlandstrasse 133, Postfach 611, CH-8600 Dübendorf, +41 (0)58 765 55 11, info@eawag.ch, www.eawag.ch