



Rodentizid-Rückstände in Fischen – Ursachenforschung und Risikominderungsmaßnahmen

Julia Regnery¹ (regnery@bafg.de), Anton Friesen² (anton.friesen@uba.de), Sabine Schäfer¹ (sabine.schaefer@bafg.de), Robert S. Schulz¹ (robert.schulz@bafg.de), Georg Reifferscheid¹ (reifferscheid@bafg.de), Marvin Brinke¹ (brinke@bafg.de)

¹ Referat Biochemie, Ökotoxikologie, Bundesanstalt für Gewässerkunde

² Fachgebiet IV 1.2-1 – Biozide, Umweltbundesamt

Zusammenfassung

Aktuelle Studien zeigen, dass nicht nur auf dem Land lebende Tiere, sondern auch Fische Rückstände von antikoagulantem Rodentiziden in ihrer Leber aufweisen. Antikoagulante Rodentizide der zweiten Generation wurden bei der Umweltrisikobewertung als persistent, bioakkumulierend und toxisch eingestuft. Auf Grundlage der verfügbaren, kurzzeitigen ökotoxikologischen Studien mit Wasserorganismen und des prognostizierten geringen Eintrags wurden Risiken für die aquatische Umwelt bisher jedoch als akzeptabel angesehen. Auf welchen Wegen diese Rodentizide in Gewässer gelangen und ob sie sich dort anreichern, wird derzeit in einem Forschungsprojekt untersucht. Eine potenzielle Eintragsquelle stellt die Bekämpfung von Wanderratten in der Kanalisation dar.

Hintergrund

Als Rodentizide werden Mittel zur Bekämpfung von Nagetieren wie zum Beispiel Hausmäusen oder Wanderratten bezeichnet. Dient ihr Einsatz dem Schutz der menschlichen oder tierischen Gesundheit (Infektionsschutz), von Menschen hergestellten Produkten (Materialschutz) oder dem hygienebedingten Vorratsschutz, handelt es sich um Biozide. Biozide unterliegen in der Europäischen Union (EU) einer Zulassungspflicht nach der Biozidverordnung (EU) Nr. 528/2012 [1]. Die Biozidverordnung sieht vor, dass nur zuvor in der EU genehmigte Wirkstoffe in Biozidprodukten verwendet werden dürfen. Biozidprodukte dürfen wiederum erst dann vermarktet werden, wenn sie von den nationalen Behörden zugelassen wurden. Dabei werden sowohl ihre Wirksamkeit als auch die von ihnen ausgehenden Risiken für die menschliche und tierische Gesundheit sowie die Umwelt geprüft.

Die meisten Rodentizide enthalten Antikoagulantien (d.h. blutgerinnungshemmende Wirkstoffe) und werden als Fraßköder eingesetzt [2]. Deren Aufnahme führt dazu, dass die Fähigkeit zur Blutgerinnung so stark gehemmt wird, dass die Tiere in der Regel nach 3 - 7 Tagen innerlich verbluten.

Bisher wurden im Rahmen der europäischen Wirkstoffbewertung die folgenden Antikoagulantien zur Verwendung in Rodentiziden gemäß Biozidverordnung genehmigt: Warfarin, Chlorophacinon, Coumatetralyl, Bromadiolon, Difenacoum, Brodifacoum, Difethialon und Flocoumafen (Abbildung 1).

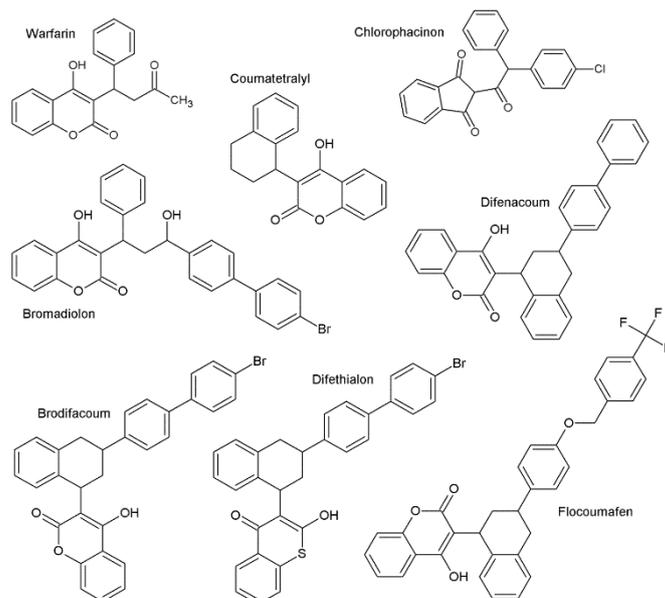


Abb. 1: In der Europäischen Union zugelassene Wirkstoffe zur Verwendung in antikoagulantem Rodentiziden.

Während die drei erst-nannten Wirkstoffe zu der ersten Generation von Antikoagulantien gezählt werden, stellen die fünf letztgenannten Stoffe die potentere zweite Generation dar, die bereits bei einmaliger Aufnahme eine tödliche Wirkung bei Schädigern bewirken können. Keiner dieser Wirkstoffe ist zurzeit in Deutschland zur Anwendung als Pflanzenschutzmittel zugelassen. Aufgrund desselben Wirkmechanismus bei der Blutgerinnung bestehen für Nichtzieltiere sehr hohe Vergiftungsrisiken durch den direkten Fraß von Giftködern (Primärvergiftung) oder den Fraß vergifteter Mäuse und Ratten (Sekundärvergiftung).

Antikoagulante Rodentizide der zweiten Generation wurden bei der Umweltrisikobewertung als (sehr) persistent, (sehr) bioakkumulierend und toxisch (PBT-/vPvB-Stoffe) identifiziert. Grundsätzlich ist der Eintrag von PBT-/vPvB-Stoffen in die Umwelt unabhängig von ihrer Konzentration und Menge zu vermeiden, da solche Stoffe dort nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden und somit über sehr lange Zeiträume in Gewässern, Böden und auch in der Nahrungskette verbleiben können. In der Vergangenheit wurden fast ausschließlich terrestrisch lebende Tiere auf Rodentizid-Rückstände untersucht [3], da Risiken für die aquatische Umwelt aufgrund der verfügbaren, kurzzeitigen ökotoxikologischen Studien mit

Wasserorganismen und des prognostizierten geringen Eintrags bisher als akzeptabel erachtet wurden.

Relevanz für die aquatische Umwelt

In Laborversuchen wurde eine hohe Toxizität von Antikoagulanzen gegenüber aquatischen Testorganismen wie Wasserflöhen, Algen und Fischen festgestellt. Die Konzentration, bei der 50% der getesteten Wasserorganismen unter der kurzzeitigen Einwirkung des Wirkstoffs einen letalen Effekt zeigen oder negativ beeinträchtigt werden (LC50/EC50-Wert), liegt zwischen 65 mg/L (Warfarin, LC50 Fisch) und 0,004 mg/L (Difethialon, EC50 Wasserfloh). Dennoch wurden im Rahmen der Umweltrisikobewertung von Antikoagulanzen keine unannehmbaren Risiken für Wasserorganismen festgestellt, da die berechneten Konzentrationen der Wirkstoffe in Gewässern deutlich unterhalb der Schwellenkonzentration liegen, ab der eine Gefährdung zu erwarten wäre [4]. Insbesondere Antikoagulanzen der zweiten Generation verfügen über eine geringe Wasserlöslichkeit bei umweltrelevanten pH-Werten, photolytische Halbwertszeiten von wenigen Minuten bis Stunden sowie ein hohes Adsorptionspotential.

Allen anfänglichen Erwartungen zum Trotz wurden kürzlich dennoch Rückstände von antikoagulanten Rodentiziden in Leberproben von Brassen aus den größten Flüssen in Deutschland – darunter Donau, Elbe und Rhein – mit Konzentrationen im unteren $\mu\text{g}/\text{kg}$ -Bereich, bezogen auf das Nassgewicht, nachgewiesen [5]. In einer gerade erschienenen Literaturstudie von Regnery et al. [6] werden verfügbare Informationen zum Vorkommen und Verbleib sowie den potenziellen Risiken von antikoagulanten Rodentiziden in der aquatischen Umwelt kritisch diskutiert. Diese aktuellen Studien verdeutlichen, dass Rodentizid-Rückstände nicht nur in terrestrischen Nichtzieltieren, sondern auch in (konventionell gereinigtem) Abwasser, Klärschlamm, Ästuar-Sedimenten, Schwebstoffen und Fischlebern in Konzentrationen im unteren ng/L - bzw. $\mu\text{g}/\text{kg}$ -Bereich nachweisbar sind. Obwohl nach derzeitigem Wissensstand eine akute Gefährdung von Wasserorganismen durch Einträge von Rodentiziden in Gewässer nicht anzunehmen ist, besteht insbesondere bei Antikoagulanzen der zweiten Generation die Gefahr der Anreicherung über die aquatische Nahrungskette [4].

Bisherige Risikominderungsmaßnahmen

Zwar wurden antikoagulante Rodentizide trotz der ermittelten Umweltrisiken und Risiken der Resistenzentwicklung aufgrund mangelnder Alternativen zur Nagetierbekämpfung als Biozidprodukte zugelassen. Allerdings wurden im Rahmen der Biozid-Produktzulassung in Deutschland in den letzten Jahren strikte Risikominderungsmaßnahmen (RMM) festgelegt, um die Verwendung von Antikoagulanzen sicherer, wirksamer und nachhaltiger zu machen. Diese RMM beinhalten im Wesentlichen die Beschränkung der zugelassenen Verwender und die verbindliche Festlegung einer guten fachlichen Anwendung (GfA) von Fraßködern bei der Nagetierbekämpfung mit Antikoagulanzen.

Zugelassene Rodentizide mit Antikoagulanzen der zweiten Generation dürfen in Deutschland nur noch von geschulten berufsmäßigen Verwendern, wie zum Beispiel ausgebildeten Schädlingsbekämpferinnen und Schädlingsbekämpfern verwendet werden [7]. Die breite Öffentlichkeit und berufsmäßige Verwender ohne entsprechende Sachkunde dürfen diese Produkte nicht mehr verwenden. Rodentizide mit Antikoagulanzen der ersten Generation (Warfarin, Coumatetralyl, Chlorophacinon) können dagegen auch weiterhin von diesen Verwendergruppen in Innenräumen und unmittelbar um Gebäude eingesetzt werden [8, 9]. Darüber hinaus wurde die Verwendung von antikoagulanten Rodentiziden zur Feststellung eines Nagetierbefalls (Monitoring) verboten und ihr routinemäßiger, präventiver Einsatz stark eingeschränkt.

Ursachenforschung

Auf welchen Wegen Antikoagulanzen in Gewässer gelangen, wird derzeit in einem vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Forschungsprojekt (FKZ 3716 67 403 0) an der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) untersucht. Eine mögliche, naheliegende Eintragsquelle stellt der Einsatz von antikoagulanten Rodentiziden zur Bekämpfung von Ratten in der Kanalisation dar. Bei einer Fragebogenaktion in 2010 gaben 85% der bundesweit teilnehmenden 508 Gemeinden, Kommunen und Abwasserverbände an, Rattenbekämpfungen im kommunalen Kanalsystem durchzuführen [10]. Oftmals werden dabei antikoagulante Rodentizide ein- bis zweimal jährlich in jeden zweiten bis vierten Kanalschacht innerhalb eines Bekämpfungsgebietes eingebracht. Im Rahmen einer flächendeckenden Bekämpfungsmaßnahme können dabei bis zu mehrere tausend Köderblöcke mit einem Gewicht von 200 – 300 g im Kanal ausgebracht werden.

Gemäß den rechtsverbindlichen Anwendungsbestimmungen der GfA müssen Köder in der Kanalisation so angewendet werden, dass sie nicht mit dem (Ab-) Wasser in Kontakt kommen und nicht weggespült werden, da die Wirkstoffe bei anhaltendem Kontakt des Ködermaterials mit Wasser freigesetzt werden [7]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass beispielsweise lokale Starkregenereignisse in Mischkanalsystemen zu einem kurzzeitigen drastischen Anstieg des Abwasserpegels in mit Köder belegten Kanalschächten führen können. Inwiefern nicht angenommene Köder nach Abschluss der Bekämpfungsmaßnahme GfA konform eingesammelt und entsprechend den lokalen Anforderungen zur Entsorgung gefährlicher Abfälle entsorgt werden, lässt sich nicht nachverfolgen. Anders als bei Pflanzenschutzmitteln werden in Deutschland im Rahmen der Biozid-Zulassung keine Daten bezüglich Umsatz, Einsatzgebiet und Verbleib von Rodentiziden bzw. Bioziden erhoben.

In ihrer Studie schätzen Krüger und Solas [10] den mengenmäßigen Einsatz von Antikoagulanzen im Rahmen der Rattenbekämpfung im Kanal in Deutschland auf mehr als 600 t Köder pro Jahr. Davon ausgehend würde die eingesetzte Menge der reinen Wirkstoffe – unter Berücksichtigung der zulässigen

Wirkstoffhöchstgehalte von Antikoagulanzen in den Ködern von 0,0025% für Difethialon und bis zu 0,079% für Warfarin – ungefähr 50 kg pro Jahr betragen. Mit Ausnahme des Wirkstoffs Warfarin, für den experimentelle Daten aufgrund seines jahrzehntelangen pharmazeutischen Einsatzes als Blutgerinnungshemmer vorliegen, gibt es derzeit keine Informationen zum Rückhalt und zum Abbauverhalten von Antikoagulanzen – insbesondere denen der zweiten Generation – bei der konventionellen Abwasserreinigung [6].

Erste Ergebnisse des Forschungsprojekts an der BfG zeigen, dass die Wirkstoffe in kommunalen Kläranlagen scheinbar nicht vollständig eliminiert werden. Im gereinigten Abwasser können Stoffe oftmals wegen ihrer geringen Konzentration oder zeitlicher Schwankungen nicht routinemäßig nachgewiesen werden. Aus diesem Grund sind manche Kläranlagen mit so genannten Bioakkumulationsteichen ausgestattet, die kontinuierlich mit gereinigtem Abwasser beschickt und in der Regel im Rahmen eines aktiven Monitorings für 6 Monate mit Fischen besetzt werden. Durch die Analyse dieser Fische können bioakkumulierende Stoffe im Kläranlagenablauf erfasst und so Hinweise auf mögliche Einflüsse des gereinigten Abwassers auf Wasserorganismen gewonnen werden. In einer ersten Untersuchung wurden Rückstände mehrerer antikoagulanter Rodentizide der zweiten Generation in 24% der analysierten Leberproben von Fischen aus 25 verschiedenen Bioakkumulationsteichen nachgewiesen.

Bisher konnte ebenfalls gezeigt werden, dass es durch die Ausbringung von Rodentiziden in der Kanalisation über Kläranlagenabläufe oder Direkteinleitungen von abgeschlagenem Mischwasser bei Starkregen während einer Rattenbekämpfung zu Einträgen von Antikoagulanzen in Fließgewässer kommen kann. In welchen Mengen Rodentizide nach einer Rattenbekämpfung in der Kanalisation über Kläranlagenabläufe oder Direkteinleitungen von abgeschlagenem Regenwasser in Fließgewässer eingetragen werden, kann derzeit aber noch nicht abgeschätzt werden.

Literatur

- [1] Biozid-Verordnung (EU) Nr. 512/2012 des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung und Verwendung von Biozidprodukten
- [2] Buckle, A.P. und Smith, R.H. (Hrsg.) (2015) Rodent pests and their control. CAB International, Wallingford
- [3] van den Brink, N.W., Elliott, J.E., Shore, R.F., Rattner, B.A. (Hrsg.) (2018) Anticoagulant rodenticides and wildlife. Springer, Cham
- [4] Umweltbundesamt (2018) [Nagetierbekämpfung mit Antikoagulanzen – Antworten auf häufig gestellte Fragen](#), aktualisierte 4. Auflage

- [5] Kotthoff, M., Rüdell, H., Jüring, H., Severin, K., Hennecke, S., Friesen, A., Koschorreck, J. (2018) First evidence of anticoagulant rodenticides in fish and suspended particulate matter: spatial and temporal distribution in German freshwater aquatic systems. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1385-8>
- [6] Regnery, J., Friesen, A., Geduhn, A., Göckener, B., Kotthoff, M., Parrhysius, P., Petersohn, E., Reifferscheid, G., Schmolz, E., Schulz, R. S., Schwarzbauer, J., Brinke, M. (2018) Rating the risks of anticoagulant rodenticides in the aquatic environment: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0788-6>
- [7] Umweltbundesamt (2018) [Gute fachliche Anwendung von Nagetierbekämpfungsmitteln mit Antikoagulanzen: Für geschulte berufsmäßige Verwender](#)
- [8] Umweltbundesamt (2018) [Gute fachliche Anwendung von Nagetierbekämpfungsmitteln mit Antikoagulanzen: Für berufsmäßige Verwender](#) (ohne Sachkunde)
- [9] Umweltbundesamt (2018) [Mäuse- und Rattengift sicher und wirksam anwenden](#) - Gute fachliche Anwendung von Nagetierbekämpfungsmitteln mit Antikoagulanzen für die breite Öffentlichkeit
- [10] Krüger, G. und Solas, H. (2010) Nachbarn im Kanalnetz - Ergebnisse einer Fragebogenaktion zur Rattenbekämpfung. *Korrespondenz Abwasser, Abfall* 57, 430–435

Korrespondenzadresse

Dr. Julia Regnery
Referat Biochemie, Ökotoxikologie (G3)
Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
Am Mainzer Tor 1
D-56068 Koblenz
E-Mail: Regnery@bafg.de
Tel.: +49 261 1306 5987
Fax: +49 261 1306 5363
Web: www.bafg.de