

Strategie des Fachausschusses Rodentizidresistenz (FARR) zum Schadnagermanagement bei Antikoagulanzen-Resistenz

Aktueller Stand Januar 2012

Autoren

Dr. Alexandra Esther* (JKI), Rolf Barten (Frunol Delicia GmbH), Marianne Benker (LWK NRW), Karl-Heinz Berendes (JKI), Dr. Stefan Endepols (Bayer CropScience), Dr. Jona Freise (LAVES), Dr. Kerstin Heesche-Wagner (BAuA), Dr. Achim Holzmann (BVL), Dr. Jens Jacob (JKI), Dr. Nicole Klemann (Warendorf), Prof. Dr. Gerhard Lauenstein (Uni Gießen), Dr. Hans-Joachim Pelz (JKI), Dr. Anita Plenge-Bönig (HU), Michael Römer (Dt. Schädlingsbekämpfer-Verband), PD Dr. Martin Runge (LAVES), PD Dr. Erik Schmolz (UBA), Dr. Martha Sikorski (BAuA)

*Korrespondierende Autorin als Leiterin des FARR: alexandra.esther@jki.bund.de

Inhalt

1. Hintergrund

1.1 Resistenzmanagement im Allgemeinen

1.1.1 Rechtlichen Rahmenbedingungen

1.1.2 Relevanz der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Praxis

2. Rodentizidresistenz

3. Management

3.1 Artspezifisches Management

4. Rodentizid-Resistenz-Monitoring

4.1 Plan für ein stetiges und flächenübergreifendes Monitoring der Wanderratte

4.2 Plan für ein stetiges und flächenübergreifendes Monitoring der Hausmaus

5. Forschung

6. Literatur

7. Anhang

1. Hintergrund

1.1. Resistenzmanagement im Allgemeinen

1.1.1. Rechtliche Rahmenbedingungen

Resistenz von Schaderregern gegenüber chemischen Bekämpfungsmitteln führt weltweit zunehmend zu Problemen in der Land- und Forstwirtschaft und im Hygienebereich. Im Rahmen der Wirkstoffprüfung und der Zulassungsverfahren für Biozide und Pflanzenschutzmittel müssen dem entsprechend das Resistenzrisiko der betroffenen Schadorganismen beurteilt sowie Resistenzvermeidungsstrategien entwickelt werden. Grundlage hierfür bilden die Richtlinie 98/8/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten (EU 1998) und die seit 14. Juni 2011 gültige Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117 und 91/414EWG des Rates (EU 2009) sowie der EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organisation) Standard PP 1/213 (EPPO 2003), Resistance Risk Analysis.

Die EU-Richtlinie 98/8/EG schreibt als eines der Zulassungskriterien für ein **Biozid-Produkt** ausdrücklich vor, dass dieses Produkt keine unannehmbaren Wirkungen auf die Zielorganismen hat, indem es beispielweise eine unannehmbare Resistenz oder Kreuzresistenz verursacht (Art. 5 Abs. 1 b ii). Bei der Beantragung einer Zulassung für ein Biozid-Produkt müssen seitens des Antragstellers u. a. folgende Informationen entsprechend Anhang IIA (Gemeinsamer Kerndatensatz für Wirkstoffe – chemische Stoffe) und IIB (Gemeinsamer Datensatz für Biozid-Produkte – chemische Produkte) mit vorgelegt werden:

- i. Informationen über ein Auftreten oder ein mögliches Auftreten einer Resistenzentwicklung bei dem jeweiligen bioziden Wirkstoff sowie Informationen über Gegenmaßnahmen.
- ii. Informationen über alle bekannten Einschränkungen der Wirksamkeit des Biozid-Produktes einschließlich der Resistenz.

Bei der Bewertung von Unterlagen für Biozid-Produkte prüft auch der Mitgliedstaat gegebenenfalls die Möglichkeit, dass der Zielorganismus eine Resistenz gegen einen Wirkstoff im Biozid-Produkt entwickelt (Anhang VI Gemeinsame Grundsätze für die Bewertung von Unterlagen für Biozid-Produkte – Bewertung - unannehmbare Auswirkungen). Wenn sich eine Resistenz gegen den Wirkstoff im Biozid-Produkt entwickelt, hat der Mitgliedstaat Maßnahmen zu ergreifen, um die Folgen dieser Resistenz möglichst gering zu halten. Das kann die Änderung der Zulassungsbedingungen oder sogar die Ablehnung einer Zulassung zur Folge haben (Anhang VI – Entscheidungsprozess – unannehmbare Auswirkungen).

Ist eine Zulassung erfolgt, schreibt die Biozid-Richtlinie 98/8/EG weiterführend vor, dass der Inhaber einer Zulassung für ein Biozid-Produkt der zuständigen Behörde unverzüglich alle Informationen über den betreffenden Wirkstoff oder das diesen Wirkstoff enthaltende Biozid-Produkt zuleitet, die ihm bekannt sind oder von denen vernünftigerweise erwartet werden kann, dass sie ihm bekannt sind und die sich auf den Fortbestand der Zulassung auswirken können. Demnach hat der Zulassungsinhaber unter anderem der Zulassungsbehörde Erkenntnisse zur Resistenzentwicklung mitzuteilen (Art. 14 Abs. 1).

Stellt ein Mitgliedstaat im Rahmen der gegenseitigen Anerkennung einer Zulassung fest, dass sich eine unannehmbare Toleranz oder Resistenz des Zielorganismus gegen das Biozid-Produkt zeigt, so kann der Mitgliedstaat verlangen, dass bestimmte, in Artikel 20 Absatz 3 genannte Vorschriften an die unterschiedlichen Umstände so angepasst werden, dass die in Artikel 5 genannten Zulassungsbedingungen erfüllt sind (Art. 4 Abs. 2).

Unter der zurzeit gültigen Biozidrichtlinie erfolgt eine Zurückweisung der Aufnahme eines Wirkstoffs in oder die Streichung der Kandidaten für vergleichende Bewertung aus Anhang I und gegebenenfalls Anhang IA

oder IB letztlich unter anderem unter der Maßgabe, dass die chemische Vielfalt der zugelassenen Wirkstoffe ausreichend ist, um das Entstehen einer Resistenz beim Zielorganismus möglichst zu verhindern (Art. 10 Abs 5 i und Art. 10 Abs 5 ii Nr. 1). Jedoch wird die Entscheidung letztendlich unter der neuen Biozid-Verordnung getroffen, deren Regelungen diesbezüglich abweichen können.

Entsprechend der Biozid-Richtlinie sieht auch die Verordnung (EU) Nr. 544/2011 DER KOMMISSION vom 10. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Datenanforderungen für Wirkstoffe ausdrücklich vor, dass vom Notifizierer eines Wirkstoffes, soweit verfügbar, Informationen über das mögliche Auftreten einer Resistenzentwicklung oder einer Kreuzresistenz vorzulegen sind. Gemäß Verordnung (EU) Nr. 545/2011 Der KOMMISSION vom 10. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Datenanforderungen für **Pflanzenschutzmittel** sind vom Antragsteller Angaben über eine tatsächliche oder mögliche Resistenzentwicklung zu erbringen. Danach sind Daten aus Laboruntersuchungen und etwaigen Freilandanwendungen vorzulegen, die darüber Aufschluss geben, inwieweit Populationen von Schadorganismen eine Resistenz oder Kreuzresistenz gegenüber den verwendeten oder ähnlichen Wirkstoffen entwickelt haben oder entwickeln. Diese Informationen müssen, soweit vorhanden, auch dann vorgelegt werden, wenn sie für die Anwendungen, für die eine Neuzulassung oder Verlängerung beantragt wird, nicht unmittelbar relevant sind, da sie Hinweise über die Wahrscheinlichkeit der Resistenzentwicklung in der Zielpopulation liefern können. Falls es Anzeichen oder Hinweise für eine mögliche Resistenzentwicklung beim kommerziellen Gebrauch gibt, so ist die Empfindlichkeit der Population des betreffenden Schadorganismus gegenüber dem Pflanzenschutzmittel nachzuweisen. In solchen Fällen ist eine Strategie anzugeben, wie die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung von Resistenz oder Kreuzresistenz bei den Zielarten auf ein Minimum begrenzt werden kann.

Gemäß den Einheitlichen Grundsätzen für die Bewertung und Zulassung chemischer Pflanzenschutzmittel (Verordnung (EU) Nr. 546/2011 DER KOMMISSION vom 10. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich einheitlicher Grundsätze für die Bewertung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln) dürfen Dosierung und Anzahl der Anwendungen nicht zu unerwünschten Wirkungen wie Resistenzbildung führen. Im Rahmen der Zulassung hat die Zulassungsbehörde die Möglichkeit, durch entsprechende Auflagen, die z. B. die Anwendungshäufigkeit eines Pflanzenschutzmittels einschränken, das Resistenzrisiko zu begrenzen. Entsprechend Art. 50 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 erteilen die Mitgliedstaaten keine Zulassung für ein Pflanzenschutzmittel, das einen Substitutionskandidaten enthält, oder beschränken die Verwendung, wenn die vergleichende Bewertung u. a. ergibt, dass gegebenenfalls die chemische Vielfalt der Wirkstoffe oder die Methoden und Verfahren der Kulturführung und der Schädlingsprävention ausreichend sind, um das Entstehen einer Resistenz beim Zielorganismus zu minimieren. Eine Substitution wird daher gemäß Anhang IV der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 nur vorgenommen, wenn durch andere Methoden oder die chemische Vielfalt der Wirkstoffe ausreichend sichergestellt ist, dass das Risiko des Entstehens einer Resistenz beim Zielorganismus minimal ist.

Die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 erteilt der Kommission im Rahmen der Erneuerung und Überprüfung der Genehmigung eines Wirkstoffes die Möglichkeit, ein Arbeitsprogramm zu erstellen, in dem sie ähnliche Wirkstoffe zusammenfasst, wobei sie mit Blick auf den Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier oder den Umweltschutz Prioritäten festlegt und soweit wie möglich die Notwendigkeit eines wirksamen Bekämpfungs- und Resistenzmanagements der Zielschädlinge berücksichtigt. Es kann hierbei gefordert werden, innerhalb einer festgelegten Frist alle erforderlichen Angaben vorzulegen (Art. 18). Der Inhaber einer Zulassung für ein Pflanzenschutzmittel hat den zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten, die sein Pflanzenschutzmittel zugelassen haben, jährlich Bericht zu erstatten, wenn eine unerwartet schwache Wirksamkeit oder die Bildung einer Resistenz vorliegen (Art. 56 Abs. 4 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009).

Gemäß § 6 Abs. 1 PflSchG (Pflanzenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 2. November 2011 (BGBl. I S. 2162) ist bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nach der guten fachlichen Praxis zu verfahren

(Bekanntmachung der Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz vom 30. März 2010, Bundesanzeiger Nr. 76 a vom 21. Mai 2010). Zur guten fachlichen Praxis gehört, dass durch geeignete Resistenzmanagementstrategien, wie z. B. Wechsel von Wirkstoffen, Wirkstoffkombinationen und Reduzierung der Behandlungshäufigkeit der Entwicklung von Resistenzen vorzubeugen ist.

Funktionierende Resistenzvermeidungsstrategien sind aber nur durch eine abgestimmte Vorgehensweise zwischen den involvierten Behörden, der Beratung und der Industrie möglich. So lautet eine der zentralen Aussagen des internationalen Workshops der EPPO 2004 zum Thema Resistenz. Der EPPO Standard PP 1/213, Resistance Risk Analysis sieht eine umfangreiche Resistenz-Risiko-Analyse vor. Basis ist eine stetige Forschung zu Ursachen, Entwicklung und Ausbreitung sowie Managementstrategien im Falle von Resistenz. Die Umsetzung muss über produkt- und artspezifische Managementstrategien erfolgen (EPPO 2003).

Ebenso sieht die RICHTLINIE 2009/128/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden unter der Nr. 7 des Anhangs III „Allgemeine Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes“ folgendes vor: Wenn ein Risiko der Resistenz gegen Pflanzenschutzmaßnahmen bekannt ist und der Umfang des Befalls mit Schadorganismen wiederholte Pestizidanwendungen auf die Pflanzen erforderlich macht, sind verfügbare Resistenzvermeidungsstrategien anzuwenden, um die Wirksamkeit der Produkte zu erhalten. Dazu kann die Verwendung verschiedener Pestizide mit unterschiedlichen Wirkungsweisen gehören.

1.1.2. Relevanz der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Praxis

Produkte zum Schutz von Pflanzenerzeugnissen sind **Pflanzenschutzmittel** und entsprechend Art. 1 der Richtlinie 98/8/EG sind Präparate, die Pflanzenschutzmittel sind, keine Biozidprodukte. Laut § 2 Nr. 4 PflSchG sind Pflanzenerzeugnisse Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs, die nicht oder nur durch einfache Verfahren, wie Trocknen oder Zerkleinern, be- oder verarbeitet worden sind (ausgenommen verarbeitetes Holz) sowie Pflanzenteile einschließlich der Früchte und Samen, die nicht zum Anbau bestimmt sind.

Jede Strategie zum Resistenzmanagement hat nur dann eine Aussicht auf eine nachhaltige Wirkung, wenn die Anwender in die Lage versetzt werden, die notwendigen Maßnahmen wie z. B. Wirkstoffwechsel zu ergreifen. Dazu gehört, dass eine ausreichende Zahl geeigneter Wirkstoffe/Produkte im Handel jederzeit und in ausreichender Menge zur Verfügung steht.

Die Abgrenzungsproblematik bei Rodentiziden zwischen der Richtlinie 98/8/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 wird in den EU-Dokumenten „Guidance document for the implementation of Directive 98/8/EC - Biocidal products and plant protection products“ sowie „Manual of decisions for implementation of directive 98/8/EC concerning the placing on the market of biocidal products“ behandelt.

Entsprechend den Dokumenten sollten alle Rodentizide als **Biozide** betrachtet werden mit Ausnahme der Produkte, die in von Pflanzen besiedelten Gebieten (auf einem Feld, im Gewächshaus oder Wald) zum Schutz von Pflanzen eingesetzt werden, oder jener, die zum Schutz von Pflanzenerzeugnissen, die vorübergehend in den Pflanzenanbaubereichen gelagert werden, eingesetzt werden. Diese Zuordnung wird damit begründet, dass der Einsatz von Rodentiziden an Pflanzenerzeugnissen in erster Linie der menschlichen Hygiene dient, erst danach dem Schutz der pflanzlichen Erzeugnisse. Dies ist der Fall, weil Ratten und Mäuse mit ihren Ausscheidungen eine viel größere Menge pflanzlicher Erzeugnisse kontaminieren (mit dem daraus resultierenden Risiko der Krankheitsübertragung) im Vergleich zu der Menge, die sie selbst fressen. Weiterhin sollte die Notwendigkeit der Nagetierbekämpfung innerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen aufgrund der starken Vermehrung und möglicher nachfolgender Verbreitung im menschlichen Wohnumfeld als biozide Anwendung eingestuft werden.

Somit werden Produkte zur Bekämpfung von Nagetieren, die außerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen sowie in Pflanzenanbaubereichen nicht zum Schutz von Pflanzen oder pflanzlichen Erzeugnissen eingesetzt werden, als Biozid-Produkte betrachtet. Rodentizide sollen lediglich dann den Pflanzenschutzmitteln

zugeordnet werden, wenn sie auf landwirtschaftlichen Nutzflächen eingesetzt werden, um Pflanzen oder die Ernte zu schützen, die vorübergehend in den Pflanzenanbaubereichen im Freien gelagert wird.

Diese Abgrenzung ist in Deutschland und in der EU in dieser Detaillierung bisher rechtlich nicht verbindlich umgesetzt worden. Rodentizide für die Anwendung im Vorratsschutz zum Schutz von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen müssen nach wie vor als Pflanzenschutzmittel zugelassen werden; für die Anwendung im Hygienebereich (auch der nach PflSchG für den Vorratsschutz schon zugelassenen Rodentizide) ist eine separate Zulassung nach Biozidrecht vorgeschrieben. Nach Angaben der Antragsteller hat diese Pflicht zur Doppelzulassung von Rodentiziden im landwirtschaftlich wichtigen Vorratsschutz zu einer Reduzierung der für das Resistenzmanagement notwendigen Mindestzahl zur Verfügung stehender Wirkstoffe/Produkte geführt: Anfang 2012 steht für diesen Bereich nur noch der Wirkstoff Bromadiolon zur Verfügung, was ein Resistenzmanagement unmöglich macht.

Die Anwendung nicht zugelassener Präparate ist grundsätzlich verboten. Gemäß § 40 Abs. 1 Nr. 4 PflSchG handelt ordnungswidrig, wer u. a. entgegen § 6a Abs. 1 Satz 1 PflSchG ein nicht zugelassenes Pflanzenschutzmittel anwendet. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer erheblichen Geldbuße geahndet werden.

Die Einhaltung dieser Bestimmungen ist u. a. auch Teil der „EU-Cross-compliance“-Vorschriften, die wiederum Auszahlungen an die Betriebe im Rahmen des Bundes-Direktzahlungsgesetz und –VO steuern; Verstöße haben hier erhebliche Abzüge in den Auszahlungen zur Folge. Es ist für den Anwender im Vorratsschutz demnach nicht zulässig, auf z. B. für den Hygienebereich zugelassene Biozide auszuweichen.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen bei den Bioziden lassen derzeit im Bereich der Tierhygiene allerdings prophylaktische Anwendungen von Rodentiziden zu. So können z. B. die Auflagen der „Schweinehaltungshygieneverordnung“, die unabhängig vom Auftreten von Pathogenen dem Tierhalter eine kontinuierliche „ordnungsgemäße Schadnagerbekämpfung“ vorschreibt, eingehalten werden. Es ist danach auch zulässig, in allen anderen Anwendungsbereichen (Freiland, umbauter Raum) wie bisher grundsätzlich vorbeugende Anwendungen mit zugelassenen/gelisteten Bioziden durchzuführen, um Hygieneproblemen vorzubeugen.

Letztendlich kommt jedoch hinzu, dass bei der logistischen Struktur von Genossenschaften und Handel schon in der Vergangenheit in der Endstufe nur eine sehr beschränkte Auswahl von geeigneten Rodentiziden angeboten wurde. Damit ist nicht sichergestellt, dass vor Ort das notwendige Mittelspektrum zur Verfügung steht. Ungeklärt ist bisher auch, wie und von welcher Organisation die unerlässliche Aufgabe der Beratung im Biozidbereich wahrgenommen werden soll. Selbst wenn die landwirtschaftliche Praxis willens ist, das im Folgenden entworfene System des Resistenzmanagements umzusetzen, ist dies bei den derzeitigen Rahmenbedingungen nicht im notwendigen Umfang möglich. Es gehört deshalb auch zur Strategie, zukünftig diese Hindernisse zu definieren und Wege zu entwickeln, sie zu beseitigen.

2. Rodentizidresistenz

Seit den 1950er Jahren werden Antikoagulantien zur Bekämpfung von Schädigern wie Wanderratten (*Rattus norvegicus*), Hausratten (*Rattus rattus*) und Hausmäusen (*Mus musculus*) eingesetzt. Gegenüber Akutgiften haben diese den Vorteil der verzögerten Wirkung, so dass keine Köderscheu entsteht, und Vitamin K1 als wirksames Antidot bei versehentlicher Vergiftung z.B. von Haustieren zur Verfügung steht. Jedoch folgten bereits wenige Jahre nach der Stoffeinführung erste Berichte über Toleranz von Ratten gegenüber Antikoagulantien (Boyle 1960, Lund 1964, Drummond and Bentley 1967, Ophof und Langeveld 1969). Auf Grund zunehmender Resistenzmeldungen kam es in den 1970er bis 1980er Jahren zur Entwicklung antikoagulanter Wirkstoffe der zweiten Generation mit deutlich höherer akuter Toxizität. Doch auch gegenüber einigen dieser Wirkstoffe können sich erhöhte Toleranzen oder Resistenzen entwickeln und Kreuzresistenzen auftreten.

Tritt bei sachgerechter Bekämpfung mit hochwertigen Ködern bei guter Köderannahme kein Bekämpfungserfolg ein, ist Resistenz gegen den verwendeten Wirkstoff zu vermuten. Diese ist genetisch bestimmt (Greaves and Ayres 1967, Smith et al. 1991, Rost et al. 2004). Der Resistenzgrad kann jedoch je nach Geschlecht, Alter, körperlichem Zustand und Bekämpfungshistorie variieren (Greaves 1994). Resistenz kann sich in einer Population nur dann genetisch durchsetzen, wenn bekämpft wird und somit resistente Tiere einen Selektionsvorteil haben. Wird die Bekämpfung ausgesetzt, nimmt der Anteil resistenter Tieren wieder ab (Partridge 1979). Resistenz kann in der Praxis dazu führen, dass sich Befallsherde mit einigen antikoagulanten Rodentiziden nicht mehr wirksam bekämpfen lassen. Dann müssen nicht-antikoagulante Rodentizide oder bestimmte hochpotente Antikoagulanzen der zweiten Generation angewendet werden. Das ist häufig mit erhöhter Gefährdung für Nicht-Zielarten verbunden und erfordert besondere Strategien, deren Exposition zu vermeiden.

Angesichts der Resistenzproblematik bei der Bekämpfung von Schadnagern gründeten Vertreter von Fachverbänden, Landes- und Bundesbehörden sowie der Industrie 2006 den Fachausschuss Rodentizidresistenz (FARR) im Julius Kühn-Institut. Im Fachausschuss wirken Behörden und Fachleute aus dem Pflanzenschutzbereich wie auch aus dem Biozidbereich mit, da die Rodentizidresistenz beide Rechtsbereiche (Pflanzenschutzgesetz, Biozidgesetz) berührt. Die gemeinsame Strategie zum Management von Nagern unter dem Aspekt der Antikoagulanzen-Resistenz wird im folgenden Abschnitt dargestellt.

3. Management

Ziel der Managementstrategie des Fachausschusses Rodentizidresistenz ist es, Resistenzen der kommensalen Schadnager Wanderratte, Hausratte und Hausmaus gegenüber Antikoagulanzen deutschlandweit zu minimieren. Dazu sollen Informationen durch Forschung und Monitoring gewonnen und die Ergebnisse für ein optimiertes Management und fundierte Bekämpfungshinweise verwendet werden. Neben der Ausweisung von Resistenzgebieten sollen in Abhängigkeit von Region, Nagerart und Resistenzstatus bestimmte Wirkstoffe empfohlen werden (Toxizität so hoch wie nötig, so niedrig wie möglich). Entsprechend dem EPPO-Standard PP 1/213 und im Sinne der Biozid- (98/8/EG) und der Pflanzenschutzmittel-Richtlinie (91/414/EWG) besteht die Managementstrategie aus drei Teilen – der Forschung, dem Management und dem Monitoring. Es ist vorgesehen die Ergebnisse aus Forschung und Monitoring stetig in das Management zu integrieren und Managementaspekte in Forschung und Monitoring zu berücksichtigen. Relevante Informationen werden den Anwendern in einem Praxisleitfaden, einer Webseite und Beratungshotlines zugänglich gemacht werden. Eine Möglichkeit des Feedbacks vom Anwender zum Fachausschuss soll ebenso eingerichtet werden, um Notwendigkeiten für Forschung, Monitoring und Management zu erkennen. Bei der jährlichen Tagung des Fachausschusses wird die Managementstrategie entsprechend den Forschungs- und Monitoringergebnissen aktualisiert.

3.1. Artspezifisches Management

Die Notwendigkeit eines Managementplans ergibt sich aus den EU-Richtlinien 98/8/EG (Biozidrichtlinie) und 91/414/EWG (Richtlinie zum Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln). Innerhalb des Fachausschusses wird eine einheitliche artspezifische Strategie im Bekämpfungsmanagement angestrebt. Es werden artspezifische Handlungsvorschläge erarbeitet und in Form von Informationsblättern herausgegeben. Diese werden jährlich entsprechend den Ergebnissen aus Forschung und Monitoring überarbeitet. Eine Neuauflage des aid-Hefes muss erarbeitet werden. Berücksichtigt werden müssen darin aktuelle Änderungen bezüglich der Zulassung von Wirkstoffen und die Resistenzproblematik.

Wanderrattenmanagement

Die gemeinsame Strategie findet sich im Entwurf eines Informationsblattes wieder. Das Informationsblatt soll schnell veröffentlicht werden und ist auf Anwender zugeschnitten. Der erste Entwurf des Informationsblattes befindet sich in Anhang I mit dem Arbeitstitel „Was tun, wenn die Rattenbekämpfung bisher nicht erfolgreich war“.

Generelle Anmerkung, die nicht im Informationsblatt erscheint:

- *Informationsblatt (2 Seiten!) für Anwender (z. B. Landwirte)*
- *Checklistenstruktur,*
- *aufgebaut nach derzeitigen Erkenntnissen,*
- *Bedarf der jährlichen Anpassung entsprechend neuen Ergebnissen aus Monitoring und Forschung,*

Hausmausmanagement

In Bearbeitung

4. Rodentizid-Resistenz-Monitoring

Über ein Monitoring soll der Resistenzstatus insbesondere von Wanderratten und Hausmäusen beobachtet werden. Dafür wäre es erstrebenswert, ein deutschlandweites Netz mit Probenahmeorten zur kontinuierlichen Überwachung, insbesondere bei Bekämpfungsproblemen einzurichten. Zur Ermittlung des genetischen Resistenzstatus sollen dort gesammelte Gewebeproben analysiert und ausgewertet werden. Die kumulierte Verbreitung des Resistenzauftretens für Wanderratte, Hausratte und Hausmaus wird über Karten auf der Webseite des Fachausschusses im Internetangebot des JKI aufgezeigt und geht in Informationsblätter ein. Verbunden damit wird ein Vorschlag zum Management ausgesprochen. Zur Bestimmung des Resistenzstatus von Ratten und Hausmäusen ist eine bundesweite, koordinierte und artspezifische Probenahme notwendig. Im Folgenden werden einzelne Monitoringansätze erwogen und Empfehlungen ausgesprochen.

4.1. Plan für ein stetiges und flächenübergreifendes Monitoring der Wanderratte

Bei Wanderratten in Deutschland wurden mittlerweile fünf Sequenzänderungen gefunden. Nicht für alle ist Resistenzwirkung bekannt (Abb. 1a). Es liegen zahlreiche Untersuchungen aus Nordwest-Deutschland vor, wodurch sich ein Resistenzgebiet durch die Aminosäuresequenzänderung Tyr139Cys abzeichnet (siehe Abb. 1b). Zusätzlich konnten einzelne Foci wie z.B. Kiel identifiziert werden. Die Ergebnisse basieren auf einem entsprechenden Monitoring von Wanderratten in Niedersachsen. Hamburg hat im Jahre 2008 in größerem Umfang Proben von *Rattus norvegicus* untersucht. Das JKI untersucht seit 2001 Wanderratten auf Resistenz. Für ein ‚ideales‘ bundesweites flächendeckendes Rodentizid-Resistenz-Monitoring müsste ein Raster über ganz Deutschland mit einer Zellengröße von beispielsweise 10 km² gelegt und jede Zelle beprobt und untersucht werden. Dieses Verfahren wäre anzustreben, ist aber aus organisatorischen sowie finanziellen Gründen nicht zu realisieren.

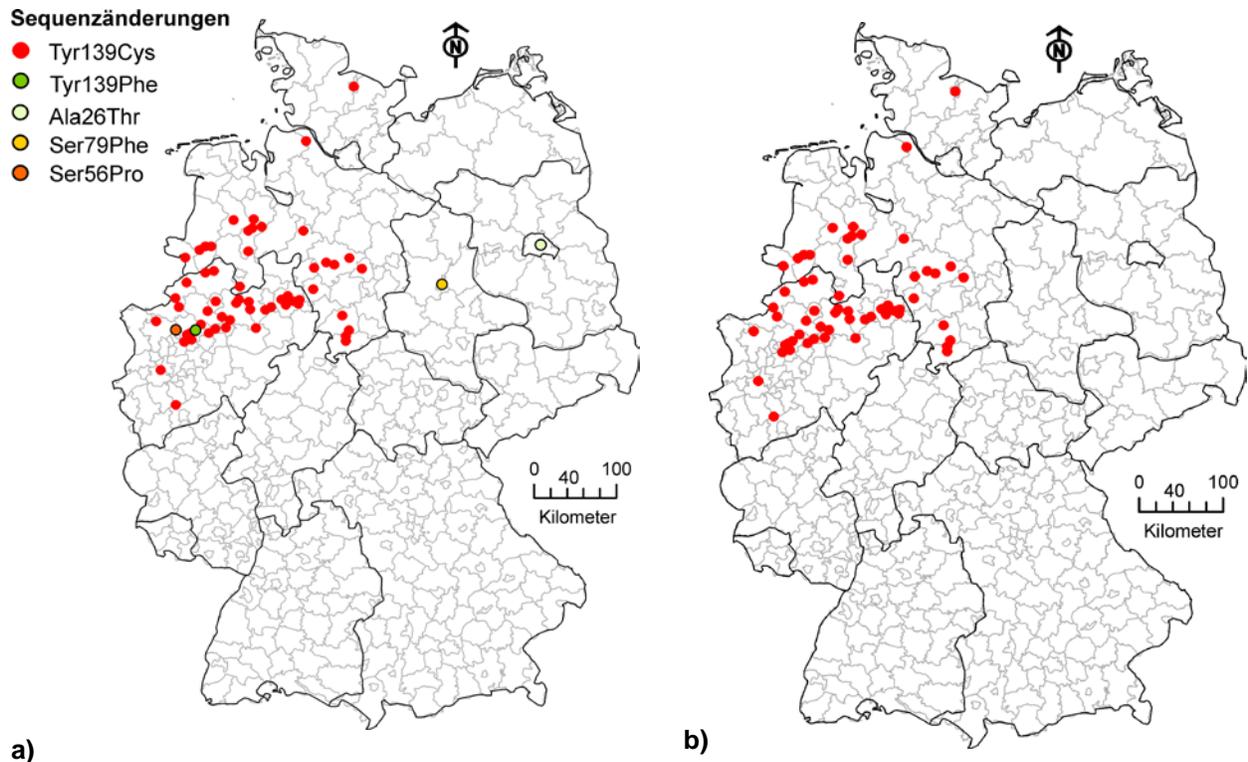


Abb.1 a) Aminosäuresequenzänderungen gefunden in Wanderratten bis Dezember 2011 **b)** Resistenznachweise von Wanderratten aufgrund der Aminosäuresequenzänderung Tyr139Cys bis Dezember 2011

Bisherige Methodik

Bisher erfolgte die genetische Analyse nur durch das LAVES Niedersachsen, das JKI und das Institut für Hygiene und Umwelt (HU) in Hamburg. Dieses Monitoring beruht auf Proben von Eigenfängen, Beifängen und Zusendungen von Schädlingsbekämpfern.

So wurde seit 2001 am JKI mehr als 2000 Proben von Wanderratten auf genetische Resistenz untersucht, insbesondere auf die Tyr139Cys Aminosäuresequenzänderung. Die Proben stammen von ‚Problemorten‘ und systematischen Erfassungen auf kleinem Raum. Seit 2007 wurden in Hamburg 121 Proben untersucht, in Niedersachsen mehr als 600. Letztere stammten aus den Beifängen des Bisam-Bekämpfungs-Programms und den Beprobungen in niedersächsischen Kurorten.

Die Probennahme des LAVES Niedersachsen, des JKI und des HU wären bedingt übertragbar auf andere Regionen.

Weiterentwicklung der Methodik

Es ist beabsichtigt, vor allem Proben vom Resistenzgebiet und dessen Rändern zu untersuchen. Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Dynamik der Verbreitung unter Berücksichtigung der folgenden „Empfehlungen“ sind angestrebt. Diese sind jedoch nur durch eine Finanzierung mit Drittmitteln möglich.

Es ist zum Beispiel in Niedersachsen möglich, die Beprobung der Kurorte als eine Art Rodentizid-Resistenz-Sentinel-System* zu begreifen, welches Niedersachsen flächig zu einem gewissen Grad abdeckt. Dies würde einer groben Erfassung einer Ausbreitung der Rodentizid-Resistenz über weite Flächen Rechnung tragen.

Die Einbeziehung weiterer Bundesländer wie NRW wird ausdrücklich begrüßt. Zudem sollten die Untersuchungen auf weitere Resistenzmutationen ausgedehnt werden.

*Unter einem Sentinel-System (*sentinella* = lat. der Wachposten) versteht man eine Form epidemiologischer Erhebungen, bei der (auf freiwilliger Basis) von ärztlichen Beobachtungspraxen oder Beobachtungsgesundheitsämtern bestimmte Krankheitsfälle oder andere relevante Daten regelmäßig an eine Auswertungsstelle gemeldet werden, um die Entwicklung ausgewählter Krankheiten oder Gesundheitsprobleme in einer (Teil-) Bevölkerung zu beobachten. Ein Beispiel ist das bundesweite Masern- und Varizellen- (Windpocken-) Sentinel-System. So könnte man auch das Rodentizid-Resistenz-Monitoring in Kurorten als ein Sentinel-System begreifen, bei dem diese Orte stellvertretend für alle Gebiete beprobt werden.

Empfehlungen für das Fortführen des Monitorings

- Fortsetzung und Ausbau des kontinuierlichen Monitorings, auch in Zusammenarbeit mit den Schädlingsbekämpfern
- Gezielte Beprobung der geographischen Ränder und der fehlenden Regionen der bekannten Rodentizid-Resistenz-Gebiete
- In einem ersten Schritt kann ein Raster (siehe Bsp. Abb. 2) über das sich abzeichnende Resistenzgebiet gelegt werden, dessen Abstände sich an den personellen und finanziellen Gegebenheiten orientieren müssen. Es sollte sodann versucht werden, im Umkreis jedes dieser Punkte möglichst mindestens 10 Stichproben zu gewinnen. Nach Auswertung der Befunde könnten in einem zweiten Schritt eine Verringerung der Abstände oder gezielte kleinräumige Untersuchungen in einem oder mehreren Modellgebieten in Betracht gezogen werden.
- Für einen detaillierteren Erkenntnisgewinn kann man sich auch an folgenden Raster-Empfehlungen orientieren, die - wo angemessen bzw. möglich, - von der Ausbreitung von Rattenpopulationen abgeleitet wurden
 - Forst: Zellen von 60 km²
 - Kleinere Waldgebiete, Wiese, Flur: Zellen von 30 km²
 - Gebiete nicht intensiver Landwirtschaft, Mono-Industriegebiete: Zellen von 10 km²
 - Wohngebiete: Zellen von 3 – 5 km²
 - Gebiete intensiver Landwirtschaft, Hofstätten, Misch-Gewerbegebiete, Lebensmittelindustrie: Zellen von 1 – 2 km²
- Eine andere, administrations-orientierte Methodik wäre die Beprobung aller Nachbar-Gemeinden eines Rodentizid-Resistenz-positiven Fundortes.

- Außerhalb der bekannten Resistenzgebiete sollten Problemorte sowie typische Rattenhabitate mit hohem Selektionsdruck gezielt beprobt werden, wie zum Beispiel Intensiv-Tiermastbetriebe, die Umgebung von Silos, Lebensmittel-Betriebe und die Kanalisation in Gemeinden, die routinemäßig ihre Kanalisation belegen
- Zukünftig sollten immer 10 Proben je Zelle/ Ort angestrebt werden. Für jede Probe sollten, neben Adresse des Fangortes und Datum, wenn möglich auch funktionale Angaben und die Vorgeschichte der Bekämpfung vermerkt werden.

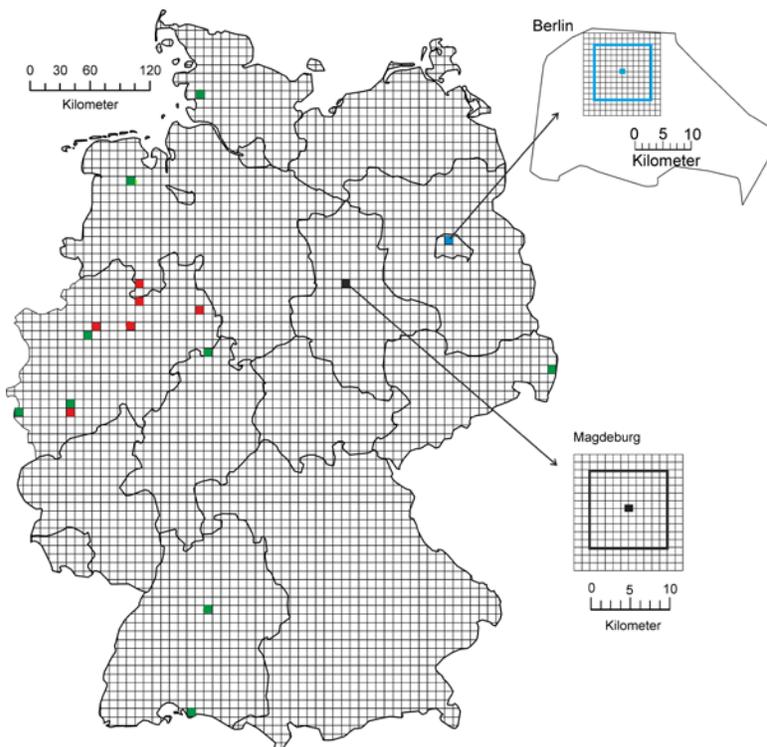


Abb. 2

Mögliche räumliche Analyse der Ergebnisse der Sequenzierung (grün: keine Sequenzänderung, rot: Tyr139Cys, schwarz: Ser79Phe, blau: Ala26Thr) von Wanderratten dargestellt auf Basis eines Rasters mit 10 km x 10 km Zellen und für ausgewählte Orte mit Resistenz durch 1 km x 1 km Zellen zur räumlich detaillierten Darstellung des Resistenzvorkommens.

4.2. Plan für ein stetiges und flächenübergreifendes Monitoring der Hausmaus

Bei der Hausmaus Innerhalb Deutschlands ist ein weites Spektrum an Sequenzänderungen durch Mutationen oder Hybridisierungen mittlerweile identifiziert (Esther und Pelz 2010, Pelz et al. in Druck, Abb. 3). Deren Resistenzwirkung ist jedoch meist noch unbekannt. Desweiteren kann praktische Resistenz auftreten trotz des Wildtypes im VKOR Gen (mündl. S. Endepol).

Seit 2008 wurden am JKI in Kooperation mit der Uni Würzburg > 200 Hausmäuse auf Sequenzänderungen hin untersucht. Die Proben stammen von ‚Problemobjekten‘. Es sollte ein stetiges, deutschlandweites Monitoring mit Hilfe der Schädlingsbekämpfer angestrebt werden, siehe Kapitel „Forschung“.

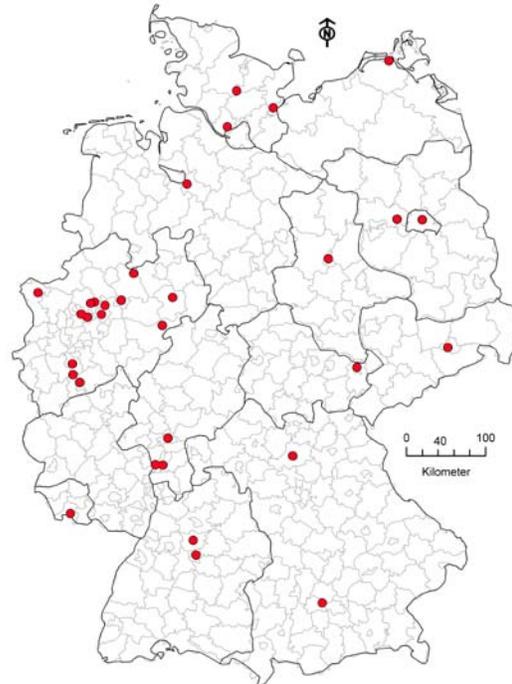


Abb. 3 Resistenzvermittelnden Aminosäuresequenzänderungen (Arg12Trp/Ala26Ser/Ala48Thr/Arg61Leu, Leu128Ser, Tyr139Cys) gefunden bei Hausmäusen (Stand Dezember 2011)

5. Forschung

Bei den Treffen des Fachausschuss werde die aktuellen Studienergebnisse hinsichtlich ihres Einflusses auf das Management erläutert und Forschungsbedarf aufgezeigt. Eine Publikationsliste wird bereitgestellt unter: <http://www.jki.bund.de/rodentizidresistenz.html>

Aktuelle Forschungsschwerpunkte

Julius Kühn-Institut (JKI)

Monitoring	- Tyr139Cys bei Wanderratten in Deutschland, - Sequenzierung von Wanderratten und Hausmäusen - Kleinräumige Verbreitung von Tyr139Cys Wanderratten in Zusammenarbeit mit N. Klemann
Fitness-Effekte	- Tyr139Cys / Tyr139Phe bei Wanderratten (Reproduktion, Vitamin K Bedarf); u.a. Trp59Leu/ Tyr139Cys bei Hausmaus
Effekte der Mutationen	- Wirksamkeit Antikoagulanzen; Tyr139Cys bei Wanderratten; u.a. Trp59Leu/ Tyr139Cys bei Hausmaus
Resistenz- Ausbreitung	- Rolle von Vitamin K für Nahrungswahl und Ausbreitung resistenter Wanderratten

Prof. Matuschka, Wilhelmshorst Berlin/Bayer AG:

Effekte der Mutationen	- Hausmaus Wirksamkeit Antikoagulanzen (z.B. Wildtyp, Spretustyp, Leu128Ser; Arg58Gly)
------------------------	--

LAVES:

Monitoring	- Tyr139Cys bei Wanderratten in Deutschland (Niedersachsen) im urbanen und ruralen Raum
Resistenz-Ausbreitung	- Rolle von Vitamin K für Nahrungswahl und Ausbreitung resistenter Wanderratten

Institut für Hygiene und Umwelt, Freie und Hansestadt Hamburg (HU):

Monitoring	- Tyr139Cys bei Wanderratten
Methodik	- Erweiterung / Verbesserung der Methodik zur Bestimmung von VKOR-Genotypen

Forschungsdefizite

1. Zusammenhang von VKOR-Genotypen und Wirksamkeit (v.a. Hausmaus)
Methode: Fraß- und BCR Tests weiterer Genotypen und Wildtypen unterschiedlicher Herkunft
Vorschlag: Wilhelmshorst-Berlin Fraßtests/ JKI BCR Tests/ UBA stellt weiteren Wildtyp
2. Kleinräumige Verbreitung und Auswirkungen des Selektionsdrucks bei VKOR-Genotypen auf Populationsebene (v.a. Wanderratte)
 - a) Beschreibung der kleinräumigen Verteilung von Tyr139Cys und Wildtyp-Individuen durch Freilanduntersuchungen im Resistenzgebiet
Vorschlag: Beteiligung von JKI, N. Klemann, LAVES, HU
 - b) Gehegeversuch zur Verbreitung von Tyr139Cys bei fehlendem Selektionsdruck
3. Weiterentwicklung von Testmethoden zur Identifizierung von Mutationen
 - a) Genetische Abgrenzung der unterschiedlichen kommensalen Nagern vor dem Test auf Mutationen
 - b) Möglichst Screening nach mehreren bekannten Polymorphismen in einem Test (besonders Hausmaus)
4. Identifizierung relevanter Mutationen (SNPs) bei kommensalen Nagern in Deutschland in Verbindung mit dem Monitoring
5. Fitnesskonsequenzen von Rodentizidresistenz (v.a. Wanderratte) - Untersuchung der Auswirkungen von Tyr139Cys/Y139F auf Reproduktion (v.a. der Weibchen) u.a. Aspekte
6. Verhaltensstudien zur Köderannahme

Mögliche Forschungspartner außerhalb des Fachausschusses

Universität Lyon: Etienne Benoit, National Veterinary School of Lyon, BP 83, Marcy l'Etoile 69280, France

Rice University: Michael H. Kohn; EEB MS-170; Rice University; 130 Anderson, Biology; P.O. Box 1892; Houston, Texas, 77251-1892; USA

Quellen für Finanzierung von Forschungsprojekten

Je nach Projektumfang und -ausrichtung: RRAC und UBA (z.B. kleinräumige Verbreitung von VKOR-Genotypen), BMELV, BMG, DFG für größere Vorhaben

6. Literatur

- Boyle CM (1960) Case of apparent resistance of *Rattus norvegicus* Berkenhout to anticoagulant poisons. *Nature* 188:517
- Drummond DC, Bentley EW (1967) The resistance of rodents to warfarin in England and Wales. *Eppo Report of the International Conference on Rodents and Rodenticides*. EPPO Publications , 56-67
- Endepols S (2010) Die Hausmaus – ein kleines Porträt. *Pest Control news* 44:6-7
- Esther A, Pelz H-J (2010) Rodentizidresistenz bei Hausmäusen. *Pest Control News* 46: 14-15
- EU (1991) Council Directive 91/414/EEC of 15 July 1991 concerning the placing of plant protection products on the market. *Official Journal of the European Communities* L230:1–32
- EU (1998) Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market. *Official Journal L* 123:1-63
- Greaves JH (1994) Resistance to anticoagulant rodenticides. *CAB International* 197-217
- Greaves JH, Ayres P (1967) Heritable resistance to warfarin in rats. *Nature* 215:877-878
- Jackson WB, Asthon AD (1986) Case histories of anticoagulant resistance. *Pesticide resistance: Strategies and tactics for management* 355-369
- Lund M (1964) Resistance to warfarin the common rat. *Nature* 203:778
- Myllymäki A (1995) Anticoagulant resistance in Europe: Appraisal of the data from the 1992 EPPO Questionnaire. *Pesticide Science* 43:69-72
- OEPP/EPPO (2003) Resistance risk analysis (PP1/213). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 33:37–63
- Partridge GG (1979) Relative fitness of genotypes in a population of *Rattus norvegicus* polymorphic for warfarin resistance. *Heredity* 43:239-246
- Ophof AJ, Langeveld DW (1969) Warfarin-resistance in the Netherlands. *SchrReihe Ver. Wass. -Boden-Lufthyg. Berlin-Dahlem* 32:39-47
- Pelz HJ (1990) Resistenzprobleme bei der Bekämpfung von Ratten und Hausmäusen mit Antikoagulanzen. *Gesunde Pflanzen* 42:435-439
- Pelz HJ, Lauenstein G, Joermann G, Gemmeke H, Nachtigall G (2006) Was tun gegen Ratten und Hausmäuse? *Sachgerechte Nagetierbekämpfung*. (Ed. Bräutigam, V. aid, Nachtigall, G., BBA) aidinfodienst, Bonn, 44 S.
- Pelz H-J, Rost S, Müller E, Esther A, Müller CR (in press) Distribution and frequency of VKORC1 sequence variants conferring resistance to anticoagulants in *Mus musculus*, *Pest Management Science*
- Rost S, Fregin A, Ivaskevicius V, Conzelmann E, Hortnagel K, Pelz H-J, Lappegard K, Seifried E, Scharrer I, Tuddenham EGD, Müller CR, Strom TM, Oldenburg J (2004) Mutations in VKORC1 cause warfarin resistance and multiple coagulation factor deficiency type 2. *Nature* 247:537-541
- Smith P, Townsend G, Smith RH (1991) A cost of resistance in the brown rat? Reduced growth rate in warfarin-resistant lines 5: 441-447

7. Anhang: Informationsblatt

„Was tun, wenn die Rattenbekämpfung bisher nicht erfolgreich war“

Informationsblatt erstellt vom Fachausschuss „Rodentizidresistenz“ beim Julius Kühn-Institut (Stand: Dezember 2011)

Sie haben ein Bekämpfungsmittel ausgebracht, aber die Tiere sind immer noch da? Dann könnten die Ratten unempfindlich gegenüber dem Mittel sein.

Die meisten der auf dem Markt befindlichen chemischen Mittel zur Bekämpfung eines Wanderrattenbefalls beinhalten einen von acht der derzeit verfügbaren Blutgerinnungshemmer (Antikoagulanzen, Abb. 1). Werden diese aufgenommen, verhindern sie, dass das Blut gerinnt, was zu inneren Blutungen und letztlich zum Tod der Ratte führt. Die Mittel sind vorteilhaft, weil die Tiere wegen der verzögert einsetzenden Wirkung keine Köderscheu entwickeln und Vitamin K1 als Gegenmittel bei nicht beabsichtigter Vergiftung von Nichtzielorganismen zur Verfügung steht.

Die verschiedenen Blutgerinnungshemmer unterscheiden sich in ihrer Toxizität und in ihrer Wirksamkeit gegen resistente Ratten (siehe Abb. 1). So sind die gegen resistente Ratten hoch wirksamen Blutgerinnungshemmer besonders giftig und bergen ein hohes Vergiftungsrisiko für Nichtzielorganismen (Abb. 1 rechts). Darum sollte auf die Anwendung der besonders giftigen Wirkstoffe möglichst verzichtet werden. **Es sollte der Wirkstoff gewählt werden, der eine Giftigkeit aufweist, die so hoch wie nötig, aber so niedrig wie möglich ist, um das Vergiftungsrisiko für Nichtzielorganismen gering zu halten.**

Dieses Informationsblatt soll helfen zu erkennen, ob der mangelnde Bekämpfungserfolg durch mangelnde Attraktivität des Köders bedingt ist, ob er auf Fehlern bei der Anwendung des Bekämpfungsmittels basiert, oder ob ein begründeter Verdacht auf Resistenz vorliegt. Über eine Checkliste erfahren Sie, wie Sie bei bisher erfolgloser Bekämpfung weiter verfahren sollten.

	Bromadiolon	Brodifacoum
Warfarin	Coumatetralyl	Flocoumafen
Chlorphacinon	Difenacoum	Difethialon
niedrig	Wirkung gegen resistente Ratten	hoch

Abb. 1: Gegen Wanderratten angewendete Blutgerinnungshemmer verglichen anhand ihrer Wirkung gegen resistente Ratten. Ist ein Tier resistent gegen einen der Blutgerinnungshemmer, so ist es auch gegen die in der gleichen Gruppe und die links davon stehenden Wirkstoffe resistent.

Checkliste

Wurde das chemische Rattenbekämpfungsmittel fachgerecht angewendet?

- Ist das Produkt laut Zulassung zur Bekämpfung von Wanderratten bestimmt?
- Wurden genug Köderstellen eingerichtet? ^{1,2}
- Wurde der Köder angenommen? ³
- Waren die Köderstellen ohne Unterbrechung ausreichend und mit frischem Köder versehen? ^{1,4,5}
- Wurde lange genug bekämpft? ^{1,6}
- Wurde weiträumig genug bekämpft? ^{1,7}
- Können Sie ausschließen, dass der mangelnde Bekämpfungserfolg auf Zuwanderung von außerhalb zurück zu führen ist?
- Können Sie ausschließen, dass es sich um andere Schaderreger, wie Hausmäuse oder Hausratten, handelt?
- Befinden Sie sich in einem auf der Karte gekennzeichneten Gebiet, wo schon Resistenz bekannt ist? ⁸

alle ja

mindestens ein Nein

Begründeter Resistenzverdacht

Resistenz gegenüber Blutgerinnungshemmern ist der Wirksamkeitsverlust unter praktischen Bedingungen. Diese kann erblich bedingt sein, wenn das Bekämpfungsmittel korrekt angewendet und ausreichend gefressen wurde.

Für eine erfolgreiche Bekämpfung ist die Anwendung eines zur Bekämpfung resistenter Ratten geeigneten Wirkstoffes nach Abb. 1 nötig.

Wenden Sie diese Mittel vorsichtig, entsprechend der Herstellerempfehlung und unter Beachtung der aufgezählten Punkte im oberen Kasten an!

Außerhalb der nachgewiesenen Resistenzgebiete sollten Wanderratten mit allen Wirkstoffen zu bekämpfen sein.

Wenn das nicht der Fall ist, ist eine genauere Untersuchung der Tiere anzuraten.

Vermeiden Sie die unter 1. aufgezählten Fehler in der Anwendung. Führen Sie eine Bekämpfung nach Angaben des Herstellers durch.

Bei Misserfolg, trotz fachgerechter Mittelanwendung und außerhalb des Resistenzgebietes, sind wir an Ihrer Rückmeldung interessiert, um die Resistenzkarte zu aktualisieren.

Ansprechpartner: Julius Kühn-Institut (Tel. 0251/8710610)

Zusätzlicher Ansprechpartner für Niedersachsen: LAVES (Tel. 0441-57026-0)

¹ Es gibt Broschüren und Internetseiten mit Hinweisen zur fachgerechten Ausbringung, zur Menge an Köder sowie Köderstellen und Größe des Bekämpfungsareals. Zum Beispiel: „Was tun gegen Ratten und Hausmäuse“ (aid-Heft 2006, überarbeitete Version voraussichtlich 2012) und „Leitfaden zur großräumigen Rattenbekämpfung in Niedersachsen“ (LAVES, Eigenverlag, 3. Auflage, abzurufen unter www.laves.niedersachsen.de). Sie können sich bei Fragen auch direkt an den Hersteller wenden bzw. dessen Internetseiten nutzen.

² Eine zu geringe Anzahl an Köderstellen verhindert den Bekämpfungserfolg. Die Hersteller geben entsprechende Hinweise auf Packungsbeilagen, Broschüren, Webseiten und telefonisch.

³ Sind trotz Rattenbefall keine Fraßspuren wie Köderbruchstücke zu finden, sollte ein Produkt mit einer anderen Köderbasis (z.B. Haferflocken oder Bruchweizen) gewählt werden.

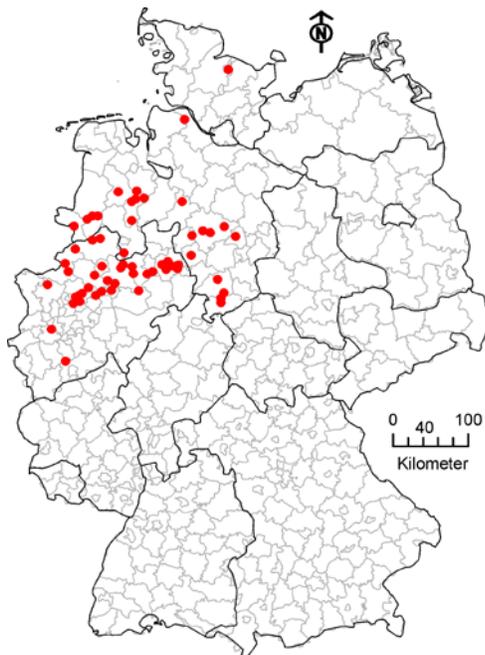
⁴ Es sollte stetig Köder entsprechend der gefressenen Menge ersetzt werden.

⁵ Fehlerhafte Lagerung oder Ablauf des Verfallsdatums können zur Wirksamkeitsminderung beitragen (siehe Herstellerinformation).

⁶ Richtwert: drei Wochen (Herstellerinformation beachten!)

⁷ Rattenbekämpfung sollte auf dem gesamten Betriebsgelände durchgeführt werden. Besonders erfolgversprechend sind „großräumige Bekämpfungskampagnen“. Stimmen Sie die Bekämpfung mit Nachbarbetrieben ab.

⁸ Karte mit Resistenznachweisen (rote Punkte) bis Oktober 2011. Der aktuelle Stand kann unter www.jki.bund.de/rodentizidresistenz.html abgerufen werden.



Karte mit Resistenznachweisen bis Dezember 2011