

---

## **Sektion 40**

### **Vorrats- und Nachernteschutz**

---

#### **40-1 - „Stop the brain drain“ – Warum auch ein sattes Europa Vorratsschutzforschung braucht**

*Stop the brain drain – Why even a wealthy Europe needs stored product protection research*

**Cornel Adler**

Julius Kühn-Institut

Vorratsschutz ist älter als die Entwicklung des Ackerbaus, denn Gejagtes und Gesammeltes musste für Notzeiten aufbewahrt werden. Hatte der Mensch also nicht genug Zeit, alles herauszufinden? – Offensichtlich nicht. Probleme erfordern an das örtliche Klima, die Lagergüter und Schadorganismen angepasste Lösungen. Moderne Vorratsschutzforschung begann in Europa meist vor 100 Jahren als Folge des Hungers am Ende des Ersten Weltkriegs. Mit zunehmender historischer Entfernung wurde diese Forschung mancherorts als verzichtbar eingespart, so geschehen beim Central Science Laboratory (CSL) in England 2007, dem Danish Pest Infestation Laboratory (DPIL) 2008 und dem Institut National de Recherche Agronomique (INRA) in Frankreich 2015. Wurde hierbei berücksichtigt,

- dass im Durchschnitt zwischen Ernte und Verbrauch ein Drittel der Ernteprodukte verloren gehen (FAO 2011)?
- dass also auch ein Drittel der verwendeten Böden, Dünger, Saatgut, Bewässerung, Arbeit und Pflanzenschutzmaßnahmen vergeudet werden?
- dass mit neuen Transport- und Lagerformen (z. B. Rohkakao als Schüttgut) neue Risiken einhergehen?
- dass neue Erkenntnisse zur Biologie auch einen besseren Schutz der Saatgüter, Lebens- und Futtermittel ermöglichen?
- dass wir moderne Materialien, Technik und Digitalisierung auch im Vorratslager gebrauchen könnten?

Derzeit wird beim Erzeuger aus Kostengründen zum Teil noch primitiver gelagert als zu Zeiten unserer Urgroßeltern. Dies könnte sich nun ändern, denn die Nachfrage nach Lebensmitteln und der Boom der Bio-Branche erhöhen die Erzeugerpreise. Es ist also auch wirtschaftlich geboten, sich bei der Entwicklung neuer Vorratsschutztechnik an die Spitze zu setzen, bei abnehmender Verfügbarkeit des klassischen Pflanzenschutzes für Vorräte vorbeugende Verfahren zu entwickeln (z. B. schädlingsdichte Lagerung), die Früherkennung zu optimieren (z. B. akustische /optische Verfahren) und ungiftige Techniken der Schädlingsabwehr zur Marktreife zu führen (z. B. Laserstrahlen oder Vakuumlagerung). Ohne Forschung gibt es keine Innovation. Deshalb sollten auch Hochschulen und Pflanzenschutzämter der Länder wieder angewandte Vorratsschutzforschung betreiben. Mehr internationale Kooperation und Forschungsförderung innerhalb der EU aber auch weltweit wäre erforderlich. Denn Klimawandel, politische Unruhen und zunehmende Migration machen eine koordinierte und sichere Versorgung mit Lebensmitteln umso wichtiger.

## **40-2 - Aktionsplan zur Verbesserung der Situation im Vorratsschutz und Leitlinie integrierter Pflanzenschutz für den Vorratsschutz – Stand und Umsetzung in der Praxis**

*Action Plan for improving the situation in stored product protection and guideline for integrated plant protection in stored product protection – Current state and implementation in practice*

**Bernd Hommel<sup>1</sup>, Cornel Adler<sup>1</sup>, Jenny Richter<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin, Korrespondierender Autor: bernd.hommel@julius-kuehn.de

<sup>2</sup>Bundesverband der Agrargewerblichen Wirtschaft e.V., Invalidenstr. 34, 10115 Berlin

Die schon geringe und noch weiter abnehmende Verfügbarkeit chemischer Bekämpfungsverfahren für den Vorratsschutz, der Mangel an praktikablen nicht-chemischen Alternativen, der nicht selten schlechte Zustand der Läger (z. B. hinsichtlich Sauberkeit, Dichtheit vor Insektenbefall, Schutz vor Kondenswasserbildung), aber auch eine oft ungenügende Sachkunde, Investitions- und Innovationsbereitschaft der Landwirte und Lagerhalter für den Vorratsschutz schließen einen nachhaltigen Vorratsschutz in vielen Fällen aus. Vermeidbare Verluste unmittelbar nach der Ernte oder später beim Handel und Verarbeiter sind die Konsequenz. Deshalb zielt der Nationale Aktionsplan der Bundesregierung zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP, [www.nap-pflanzenschutz.de](http://www.nap-pflanzenschutz.de)) aus dem Jahr 2013 mit einem speziellen Aktionsplan auf die Verbesserung der Situation im Vorratsschutz. Betroffene Verbände, Praktiker, Behörden und Forschungseinrichtungen haben diesen Plan erarbeitet, im Jahr 2018 veröffentlicht und bereits mit der Umsetzung von Maßnahmen oder Teilen davon begonnen.

Der Aktionsplan umfasst die folgenden mittel- und langfristigen anzugehenden Maßnahmen:

- Verbesserte Kenntnisse zum Auftreten und Verbreitung vorratsschädlicher Schaderreger in Deutschland,
- Stärkung der Umsetzung des integrierten Vorratsschutzes in der Praxis,
- Informationsvermittlung und Beratung zum integrierten Vorratsschutz,
- Verbesserte Kenntnisse über tatsächliche Verluste bei der Getreidelagerung,
- Verbesserung der Verfügbarkeit von Vorratsschutzmaßnahmen,
- Erhalt der Wirksamkeit zugelassener Vorratsschutz-Wirkstoffe,
- Verbesserung der Rechtssicherheit für Lagerhalter,
- Ausbau der angewandten Forschung zum Vorratsschutz.

Die wichtigste Maßnahme für die Verbesserung der Sachkunde und den Wissenstransfers besteht in der Implementierung der Leitlinie für den integrierten Pflanzenschutz (IPS) im Sektor Vorratsschutz. Diese Leitlinie wurde von den beteiligten Interessensgruppen intensiv diskutiert und 2017 dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) mit der Bitte um Aufnahme in den Anhang 1 „Kulturpflanzen- und sektorspezifisch Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes“ des NAP vorgelegt. Die Aufnahme wird für 2018 erwartet.

Die Leitlinie für den integrierten Pflanzenschutz im Sektor Vorratsschutz wurde für die Lagerung von Getreide und anderen Schüttgütern entwickelt. Sie konkretisiert die 8 allgemeinen Grundsätze des IPS für den Sektor Vorratsschutz nach Anhang III der Rahmenrichtlinie 2009/128/EG. Wer die in der Tabelle 1 dieser Leitlinie genannten Maßnahmen beachtet, erfüllt die 8 allgemeinen Grundsätze des IPS nach §3 PflSchG. Die Tabelle 1 der Leitlinie enthält zusätzlich besonders gekennzeichnete Maßnahmen, die über

die gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz hinausgehen. Die Anwendung der Leitlinie ist freiwillig. Die Anwender der Leitlinie und die im Beirat der Leitlinie vertretenen Verbände, Firmen und Behörden tragen mit einem Feedback zur Fortschreibung und Verbreiterung der Leitlinie bei.

### **40-3 - Akustische Früherkennung von vorratsschädlichen Insekten in Getreide**

*Early acoustic detection of storage pest insects in grain*

**Christina Müller-Blenkle<sup>1</sup>, Isabell Szallies<sup>2</sup>, Sascha Kirchner<sup>3</sup>, Cornel Adler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Julius Kühn Institut

<sup>2</sup>agrathaer GmbH Müncheberg

<sup>3</sup>Universität Kassel Witzenhausen

Vorratsschädliche Kornkäfer (*Sitophilus granarius*) können über ein dauerhaft im Getreide installiertes akustisches Aufnahmesystem mehrere Wochen früher erkannt werden als über Temperaturmessungen und optisches Monitoring. Dieses Ergebnis wurde im Projekt „InsectTap“ in einem halbtechnischen Maßstab in 1 m<sup>3</sup> und 8 m<sup>3</sup> Weizen erzielt (Müller-Blenkle et al. 2018). Die frühere Detektion des Schädlingsbefalls erleichtert die Bekämpfung der Insekten und verhindert die Bildung von Wärme- und Feuchteherden, die zu Milbenbefall und Schimmelbildung und damit zu großen Verlusten führen können.

Die geringen Amplituden der Käfergeräusche und die Isolationseigenschaften von Getreide machen die Detektion von Insektengeräuschen über mehr als ein paar Zentimeter hinaus sehr schwer (Hagstrum und Subramanyam 2006). Um die Reichweite der akustischen Erfassung zu erhöhen, wurden Metallrohre mit 8-10 cm Durchmesser in das Getreide eingebracht, die durch zahlreiche kleine Löcher in der Röhre auch als Käferfalle (vergleichbar mit WB probe traps, Barak et al. 1990) dienen. Die Mikrofone im Inneren der Röhre konnten somit sowohl die durch die große Oberfläche des Rohres gebündelten Käfersignale aus der Rohrumgebung als auch Signale von im Auffangbehälter des Rohres gefangenen Käfern aufzeichnen.

Im Projekt „Beetle Sound Tube“ werden die Erkenntnisse aus „InsectTap“ auf einen großen Maßstab übertragen und ein Röhrensystem in verschiedenen Getreidesilos in Praxisbetrieben installiert. Hier soll die Entwicklung eines natürlichen Befalls frühzeitig erkannt und geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Ziel ist eine automatisierte akustische Überwachung mit artspezifischer Erkennung von Vorratsschädlingen, die dem Landwirt/Lagerhalter Informationen zum Befall direkt zur Verfügung stellt. Die frühe Identifikation des noch geringen Befalls ermöglicht dabei eine breitere, auch nichtchemische Palette von Handlungsmaßnahmen. Teil des Projektes ist die Einbringung von biologischen Gegenspielern, direkt über das Röhrensystem, um zu untersuchen, ob sich die Erreichbarkeit des Befalls in tieferen Getreideschichten für die Nützlinge erleichtern und die Effektivität des Nützlingseinsatzes so noch verbessern lässt.

Das Projekt „Beetle Sound Tube“ wird mit 12 Projektpartnern aus Praxis, Verbänden und Wissenschaft durchgeführt. Der Aufbau des ersten Röhrensystems erfolgte im Juni 2018, weitere drei Systeme werden im Folgejahr in weiteren Betrieben installiert und für drei bzw. vier Lagerperioden Befallsuntersuchungen durchgeführt.

„InsectTap“ wurde vom Projektträger BLE aus Mitteln des BMEL gefördert. „Beetle Sound Tube“ wird aus dem EIP-agri Programm durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) finanziert.

Literatur

- Barak, A. V., W. E. Burkholder und D. L. Faustini, 1990: Factors Affecting the Design of Traps for Stored-Product Insects. *Journal of the Kansas Entomological Society* **63** (4): 466-485.
- Hagstrum, D. W. und B. Subramanyam, 2006: *Fundamentals of Stored-Product Entomology*. St. Paul, Minnesota, USA, AACC International.
- Müller-Blenkle, C., S. Kirchner, I. Szallies und C. Adler, 2018: A new approach to acoustic insect detection in grain storage. Submitted to the Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection Berlin, Germany, October 7-11.

#### **40-4 - Mit dem Laserschwert durchs Vorratslager - automatische Erkennung, Bestimmung und Laser-Bekämpfung von Vorratsschädlingen**

*Star Wars in food stores – automated detection, determination and laser elimination of insect pests*

**Cornel Adler<sup>1</sup>, Gunnar Böttger<sup>2</sup>, Christian Hentschel<sup>3</sup>, Dirk Höpfner<sup>3</sup>, Kirko Große<sup>3</sup>, Peter Kern<sup>1</sup>, Jan Zorn<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz

<sup>2</sup>Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration, IZM

<sup>3</sup>Brandenburgische Technische Universität, Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Medientechnik

In einem von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (PTBLE) finanzierten Projekt wird ein automatisiertes und mobiles Bilderkennungsverfahren von Oberflächen getestet, welches in Vorratslagern oder der Lebensmittelindustrie zur Anwendung kommen soll. Bei der Erkennung eines Insekts werden die Aufnahmen mit Referenzbildern, welche in einer Datenbank hinterlegt sind, anhand morphologischer Merkmale verglichen. Danach wird entschieden, mit welcher Wahrscheinlichkeit es sich bei dem Objekt um ein bekanntes Schadinsekt handelt. Bei einem Bestimmungsergebnis mit hoher Wahrscheinlichkeit wird ein Laserstrahl auf das Zielinsekt gerichtet, um dieses durch Erhitzung abzutöten. Geplant ist die Entwicklung eines Systems, welches in der Lage ist, über die Zeit die Erkennung immer weiterer Arten zu erlernen. Ein Ziel dieses Projekts ist die Verbesserung einer sichereren Artenerkennung und Identifizierung und eine Kontrasterhöhung im Vergleich zu Getreide mittels verschiedener Licht- und Kameraparameter. Das Bewegungsverhalten wird anhand zweier Beispiellarten, dem Kornkäfer *Sitophilus granarius* (Col., Curculionidae) und der Dörrobstmotte *Plodia interpunctella* (Lepid., Pyralidae) untersucht. Des Weiteren werden Laserstrahl-Wellenlängen und Intensitäten, bei welchen die umliegenden Vorräte und Oberflächen in der Nähe des Zielbereichs nicht geschädigt werden, untersucht. Dieses System könnte genutzt werden, um den integrierten Pflanzenschutz im Vorratslager zu unterstützen und könnte auch bei der Verarbeitung von Nahrungs- und Futtermitteln eingesetzt werden.

#### **40-5 - Nanotechnologie für die Schädlingsbekämpfung: Behandlung und Entfernung von Nanostrukturierten-Alumina Insektizid aus gelagertem Getreide.**

*Nanotechnology in insect pest control: treatment and removal of nanostructured alumina insecticide from stored grain*

**Teodoro Stadler<sup>1</sup>, Micaela Buteler<sup>2</sup>, Javier G. Gitto<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>IMBECU, CONICET, CCT- Mendoza, Argentina. lpe@mendoza-conicet.gob.ar

<sup>2</sup>INBIOMA, CONICET- CCT- Bariloche, Argentina

<sup>3</sup>Universidad Tecnológica Nacional, F.R. Mendoza, Argentina.

Die Nanotechnologie ist eine der wichtigsten aufstrebenden Technologien. Sie wird derzeit in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Im alltäglichen Konsumleben treten

innovative "Nano-Produkte" mit Anwendungen in zahlreichen Bereichen auf, wie z. B. Elektronik, Textilien, Biomedizin, Kosmetik, Lebensmitteln, Landwirtschaft, etc. (Tsuzuki, 2009). Nanostrukturiertes-Alumina (NSA) ist ein neu entdecktes, experimentelles Nanoinsektizid mit hohem Potenzial zur Schädlingsbekämpfung in gelagertem Getreidekorn (Stadler et al., 2010). Das NSA wird durch chemische Synthese hergestellt; das Endprodukt ist ein amorphes Pulver mit spezifischen physikalisch-chemischen Eigenschaften, die für seine Insektizid-Aktivität verantwortlich sind. Das NSA hat daher einen physikalischen Wirkungsmechanismus durch Triboelektrifizierungsphänomene bei Insekten, die elektrische Ladung der NSA Partikel und ihre hohe spezifische Oberflächenaktivität ( $14\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ). Bei Insektenarten, die triboelektrische Ladungen aufweisen, haften die NSA-Aggregate fest an der Körperoberfläche. Aufgrund der hohen Oberflächenaktivität der Partikel wird die Wachsschicht der Insektenkutikula abgesondert (absorbiert/adsorbiert). Dieser sorptive Effekt führt zum Tod der Insekten durch Austrocknung (Stadler et al., 2017). Im Labor wurde qualitativ und quantitativ die elektrische Ladung von NSA-Partikeln, von Insekten (*Sitophilus oryzae*; Coleoptera; Curculionidae) und von Getreidekörnern gemessen und die hohe Affinität zwischen Partikeln und Insekten beobachtet, im Gegensatz zum Getreide, wo das Haften der NSA-Partikel hauptsächlich mechanisch ist. Bezüglich dieses Fundes wurde ein Prototyp entwickelt für die Entfernung der NSA-Partikel von der mit Nanoinsektizid behandelten Getreideoberfläche. Dies geschieht durch einen Luftstrom ( $\approx 120$  Psi), der in einen zylindrischen elektrischen Abscheider (3000V, 6mA, Elektrofilter) eingeblasen wird, und wo die NSA-Partikel aufgrund ihrer elektrischen Ladung zurückgehalten werden. Die Wiedergewinnungsrate von NSA-Partikeln im Elektrofilter -unter Laborbedingungen- lag im Durchschnitt bei 96 % (SD= 6.9). Das zurückgewonnene Nanoinsektizid NSA ist wieder einsetzbar, da es sich um eine stabile, nicht reaktive Substanz handelt ( $\text{O}_3\text{Al}_2$ ). Die Entdeckung der insektiziden Aktivität der NSA eröffnet neue Möglichkeiten bei der Behandlung von Schädlingen mit anorganischen Nanoinsektiziden, da ihre Wirksamkeit (125-250 ppm) (Buteler et al., 2015) höher ist als diejenige der auf dem Markt erhältlichen Pulver-Insektiziden (500-5000 ppm) (Subramanyam & Roesli, 2000). Wenn auch das NSA von niedriger Toxizität ist, gelingt es mit dem hier beschriebenen Partikel-Entfernungssystem, minimale Rückstände auf Getreidekörnern zu erlangen.

#### Literatur

- BUTELER, M., S. W. SOFIE, D. K. WEAVER, D. DRISCOLL, J. MURETTA, T. STADLER, 2015: Development of nanoalumina dust as insecticide against *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica*. International Journal of Pest Management 6: 80-89.
- STADLER, T., M. BUTELER, D. K.WEAVER, 2010.- Novel use of nanostructured alumina as an insecticide. Pest Management Science 66 (6): 577-579.
- STADLER, T, G. P. LÓPEZ-GARCÍA, J. G. GITTO, M. BUTELER, 2017: Nanostructured alumina: biocidal properties and mechanism of action of a novel insecticide powder. Bulletin of Insectology 70 (1): 17-25.
- SUBRAMANYAM, B., R. ROESLI, 2000: Inert dusts. In: Alternatives to pesticides in stored-product IPM (pp. 321-380). Springer US. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4353-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4353-4_12)
- TSUZUKI, T., 2009: Commercial scale production of inorganic nanoparticles. International Journal of Nanotechnology 6 (5): 567-578.

#### **40-6 - Bewegungsmuster von Wanderratten (*Rattus norvegicus*) im Resistenzgebiet von Deutschland für die Entwicklung einer effektiven Bekämpfungsstrategie**

*Moving pattern of Norway rats (*Rattus norvegicus*) in the resistance area of Germany for developing an effective pest control strategy*

**Alexandra Esther<sup>1</sup>, Ilona Krämer<sup>2</sup>, Nicole Klemann<sup>3</sup>, Stephan König<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst – Wirbeltierforschung, Topphaideweg 88, 48161 Münster Korrespondierende Autorin: alexandra.esther@julius-kuehn.de

<sup>2</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Quedlinburg

<sup>3</sup>Consultant für Nagerforschung und -bekämpfung, Warendorf

<sup>4</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit, Braunschweig

Das Management von Wanderratten (*Rattus norvegicus*) ist notwendig, da sie Vorräte von Erntegütern, Tierfutter und Nahrungsmitteln schädigen. Zudem sind sie Reservoir- und Überträger zahlreicher Human- und Tierpathogene. Dem Landwirt stehen für die Bekämpfung Rodentizidprodukte mit antikoagulantem (blutgerinnungshemmenden) Wirkstoffen zur Verfügung. Ihr nachhaltiger Einsatz ist notwendig, da die Wanderratten genetisch bedingte Resistenzen gegen gängige Bekämpfungsmittel entwickelt haben und die Anwendung der wirksamen Mittel wegen Umweltgefährdung einschränkenden Risikominderungsmaßnahmen unterliegen. So sind Kenntnisse über die Bewegungsmuster von Wanderratten notwendig, um gezielte Bekämpfungen durchführen zu können und Einwanderungen zu erschweren. Ergebnisse zum Resistenzvorkommen und zu Bewegungsmustern von Wanderratten werden präsentiert.

#### **40-7 - Aspekte zum Schutz von Nichtzielarten bei der Guten fachlichen Anwendung blutgerinnungshemmender Nagetierbekämpfungsmittel**

*Aspects of good practice rodent control that affect exposure of non-target vertebrates to anticoagulant rodenticides*

**Bernd Walther, Sam Lucy Behle, Hendrik Ennen, Detlef Schenke, Jens Jacob**

Julius Kühn-Institut (JKI), Korrespondierender Autor: bernd.walther@julius-kuehn.de

Im Rahmen der Gesundheitsvorsorge werden Wanderratten (*Rattus norvegicus*) auf landwirtschaftlichen Betrieben vor allem mit Fraßködern bekämpft, die blutgerinnungshemmende Wirkstoffe enthalten. Die Mittel sind sehr effektiv, jedoch bestehen Expositions-Risiken sowohl für andere Kleinsäuger und Vögel als auch für deren Beutegreifer. Zwischen 2014 und 2018 wurden Versuche auf landwirtschaftlichen Betrieben im Münsterland (Nordrhein-Westfalen) durchgeführt, um ausgewählte Aspekte zur Minderung der Expositionsrisiken für Nichtzielarten bei der Guten fachlichen Anwendung (GfA) blut-gerinnungshemmender Mittel einzuschätzen:

1) Bei Rattenbekämpfungen nach GfA wurden auf drei Betrieben Köderboxen nur innerhalb von Gebäuden aufgestellt und auf drei weiteren Betrieben, entsprechend der aktuellen Praxis, sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden. Auf allen Betrieben wurden in der Nähe der Köderboxen Fallen gestellt und Nichtziel-Kleinsäuger gefangen. Die Analyse entnommener Leberproben zeigte, dass bei der Anwendung nur innerhalb von Hofgebäuden insgesamt weniger Nichtziel-Kleinsäuger Köder aufnahmen. Es wurden jedoch bei beiden Varianten Rückstände gefunden, und die betroffenen Arten sind unterschiedlich stark belastet.

2) Um die potentielle Gefährdung von Beutegreifern durch die Aufnahme vergifteter Tiere bzw. deren Kadaver einzuschätzen, wurden auf sechs viehhaltenden Betrieben insgesamt 53 Wanderratten lebend gefangen. Unter Betäubung wurden ihnen Telemetrie-Halsbandsender angelegt und per Schlundsonde eine Brodifacoum-Lösung ( $2 \times LD_{50}$ ) verabreicht. Nach Erwachen wurden die Wanderratten an ihren Fangorten freigelassen. Die meisten der Versuchstiere starben nach drei bis fünf Tagen in ihren Verstecken. Für größere Raubsäuger, Raubvögel und Eulen waren sie dort unerreichbar. Wenige Tiere starben unter dichter Vegetation oder auf offenen Plätzen und Zuwegungen. Keines der behandelten Versuchstiere wurde von einem Beutegreifer erlegt. Auch Kadaver wurden nicht weggetragen.

3) Um Nichtziel-Kleinsäuger von der direkten Aufnahme der Fraßköder auszuschließen, wurden in Gehegeversuchen und auf vier landwirtschaftlichen Betrieben neue Köderboxen getestet. Im Gegensatz zu herkömmlichen Kunststoff-Boxen, in denen die Fraßköder ebenerdig liegen, wurden sie in den neuen Boxen mindestens 20 cm hoch an der Boxenwand aufgehängt. Für die Versuche wurden wirkstofffreie Detektions-Köderblöcke eingesetzt. Die Boxen wurden innen und außen mit Infrarot-Wildtierkameras überwacht. Spitzmäuse (*Soricidae*) und Wühlmäuse (*Arvicolinae*) erreichten die Köderblöcke nicht. Die Vertreter beider Taxa können nur schlecht springen und die aufgehängenen Köder in den Kunststoff-Boxen nicht erklimmen. Wanderratten als Zielart aber auch Langschwanzmäuse der Gattung *Apodemus* (Nichtzielarten) erreichten die Köder. Letztere konnten mit dem aktuellen Versuchsdesign noch nicht zuverlässig von der Köderaufnahme abgehalten werden.

Nach aktuellem Auswertungsstand sind die meisten verendeten Ratten für Räuber nicht zu erreichen, und offen liegende Kadaver können gut entsorgt werden. Die Köderplatzierung ist für die Exposition von Nichtzielarten wichtig. Besonders wirkungsvoll erscheint der Ansatz, die Mittel in geeigneten Köderboxen „über Kopf“ anzubieten, da dadurch ganze Nichtziel-Gruppen von der Aufnahme ausgeschlossen werden können, wenn die Wirksamkeit bei der Zielart weiterhin gegeben ist.