

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Münster;  
Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadenverhütung des Landes Nordrhein-Westfalen, Bonn

## Untersuchung von Primär- und Sekundärvergiftungen bei Wirbeltieren mit Hilfe von Pollen

Suitability of pollen for the identification of primary and secondary poisoning in vertebrates

Von H. Gemmeke und Walburga Lutz

### Zusammenfassung

In Labor- und Feldversuchen wurde die Eignung von Pollen zur Identifizierung von Giftködern im Verdauungstrakt und im Kot von Kleinsäugetern und deren Beutegreifern untersucht. Die Untersuchungen haben ergeben:

- 1) Zur Markierung von Giftködern aus Weizen und Haferflocken sind Pollen gut geeignet.
- 2) Pollen werden von den Tieren aufgenommen und passieren unbeschädigt den Verdauungstrakt.
- 3) Im Magen- und Darminhalt und im Kot sind Pollen leicht nachweisbar.
- 4) Im Kot von Kleinsäugetern, die durch Aufnahme pollenmarkierter Giftköder abgetötet wurden, findet man stets zahlreiche Pollen.
- 5) Im Kot von Beutegreifern, die mit Kleinsäugetern gefüttert wurden, welche pollenmarkiertes Futter aufgenommen hatten, sind ebenfalls Pollen nachweisbar.

Die Versuchsergebnisse lassen erwarten, daß mit der Methode der Pollenmarkierung Primär- und Sekundärvergiftungen auch in verwesten Tieren festgestellt werden können.

### Abstract

Suitability of pollen for identification of toxic baits in digestive tract and in fecal samples of small mammals and their predators was tested. Test results have shown:

- 1) Pollen are suitable for incorporation into baits.
- 2) Pollen is not damaged during the passage of the digestive tract.
- 3) Pollen are readily identified in digestive tract and in fecal samples.
- 4) Numerous pollen are always found in fecal samples of small mammals fed with pollen treated baits.
- 5) Pollen are found in predators, which have taken small mammals containing pollen in their digestive tract.

The results are encouraging and the marking technic with pollen is to be expected as a usefull tool for primary and secondary poisoning analysis even in decaying animals.

Über die Todesursache verendeter Wirbeltiere können häufig keine Aussagen gemacht werden. Die Kadaver sind gewöhnlich schon so stark verwest, daß z. B. der Nachweis einer Vergiftung mittels chemischer Analysen nicht mehr möglich ist. Gelegentlich findet man im Magen der Tiere Reste von Giftködern, die auf eine Vergiftung hindeuten. In den meisten Fällen ist der Magen- und Darminhalt aber stark zersetzt, so daß solche Reste nicht mehr zu erkennen sind. In letzter Zeit wurden daher Giftköder mit Markierungsstoffen versehen, die auch noch in verwesten Kadavern nachweisbar sind (JOHN et

al. 1979). Da sich die bisher eingesetzten Markierungsstoffe in vielen Fällen aber nicht bewährt haben, wurden Pollen von bestimmten Blütenpflanzen auf ihre Eignung als Markierungsstoff getestet.

Im Vordergrund der Untersuchungen stand die Frage der Nachweisbarkeit von Pollen:

- 1) im Magen- und Darminhalt und im Kot von Kleinsäugetern, die pollenmarkiertes Futter bzw. pollenmarkierte Giftköder gefressen hatten;
- 2) im Magen- und Darminhalt von Kleinsäugetern, die nach einer Bekämpfungsaktion mit pollenmarkierten Rodentiziden verendet aufgefunden wurden;
- 3) im Kot von Beutegreifern (Raubsäuger, Tag- und Nachtgreifvögel), die mit Kleinsäugetern gefüttert wurden, welche pollenmarkierte Nahrung aufgenommen hatten.

Die Untersuchungen sollten zeigen, ob Pollen den Verdauungstrakt der Tiere unbeschädigt passieren und ob man mit ihrer Hilfe Hinweise auf Primär- und Sekundärvergiftungen erhalten kann.

### Material und Methode

In den Versuchen wurden Pollen einer im Handel befindlichen Pollenmischung der Firma Fink GmbH verwendet. Der Hauptanteil der Mischung bestand aus Pollen von *Cistus*- und *Helianthemum*-Arten<sup>1)</sup>, die wegen ihrer auffälligen Größe von ca. 100 µm und ihrer artspezifischen Oberflächenstruktur von anderen Pollen leicht zu unterscheiden sind (Abb. 1). Da die genannten Pflanzenarten in hiesigen Breiten nur selten vorkommen, war eine ungewollte Kontamination des Futters und der Versuchstiere mit solchen Pollen sehr unwahrscheinlich.

Untersucht wurden mehrere Kleinsäuger, Raubsäuger, Taggreife und eine Eule (Tab. 1).

Die Kleinsäuger wurden unter den üblichen Laborbedingungen in Makrolonkäfigen gehalten. Einige Tiere befanden sich in einem 12 m<sup>2</sup> großen Innengehege, dessen Boden mit einer ca. 30 cm dicken Erdschicht bedeckt war, und in einem 16 m<sup>2</sup> großen Außengehege mit tiefgründigem Boden, der mit Gras bewachsen war. Mit Ausnahme der Schermäuse wurden den Tieren pollenmarkierter Weizen bzw. pollenmarkierte

<sup>1)</sup> Für die Bestimmung der Pollen danken wir Dr. A. J. Kalis, Seminar für Vor- und Frühgeschichte der Universität Frankfurt a. M.

Haferflocken angeboten. Die Gewichtsanteile Pollen zu Weizen bzw. Pollen zu Haferflocken betragen 1:50. Die Schermäuse wurden mit pollenmarkierten Möhrenstücken (1:100) gefüttert. Nach einer einmaligen Fütterung wurde 10 Tage lang der Kot der Tiere gesammelt. Den Tieren in den Innen- und Außengehegen wurden pollenmarkierte Giftköder und Zusatzfutter angeboten. Nach ihrem Verenden wurde der Kot des Enddarms und der Magen-Darm-Inhalt entnommen.

Die Haltung der Beutegreifer erfolgte in Volieren. Der Habicht wurde in einer Flugvoliere mit natürlicher Begrünung auf gewachsenem Boden und einer Grundfläche von 4,60 × 2,50 m gehalten. Die Mäusebussarde und der Sperber waren für die Dauer der Vorlage in Einzelvolieren mit einer Grundfläche von 13,5 m<sup>2</sup>, davon 6 m<sup>2</sup> mit fester Überdachung über Betonboden, die restliche Fläche mit Drahtüberspannung über gewachsenem Boden. Die Waldohreule und die Säugtiere Albino-Frettchen, Iltis-Frettchen, Steinmarder und Waschbär wurden in Behausungen mit einer Grundfläche von je ca. 2,00 × 3,00 m mit fester Überdachung über Betonboden gehalten.

Sie wurden mit abgetöteten Waldmäusen, die drei Tage lang täglich ca. 3 g pollenmarkierten Weizen aufgenommen hatten, gefüttert (Tab. 2). Nach einmaliger Aufnahme wurden sie mit dem üblichen Futter versorgt. Nach der Fütterung wurden drei Tage lang der Kot der Tiere und von den Taggreifvögeln und der Eule auch die Gewölle gesammelt.

In Freilandversuchen wurden auf Bauernhöfen im Rahmen von Rattenbekämpfungsaktionen pollenmarkierte Giftköder aus Haferflocken (1:50) ausgelegt. Von den verendeten Ratten und Hausmäusen wurden aus dem Enddarm Kotproben entnommen.

Zum Nachweis der Pollen im Magen-Darm-Inhalt und im Kot wurde jeweils eine kleine Probe von ca. 0,5 g zunächst acetolysiert. Sie wurde in einem Mörser zerrieben, zweimal mit Eisessig entwässert, mit einem Acetolysegemisch (9 Teile Essigsäureanhydrid und 1 Teil konzentrierte Schwefelsäure) versetzt, ca. 5 min in ein 100 °C heißes Wasserbad gestellt, nach zehnmütiger Zentrifugation (2000 g) zweimal gewaschen und der Rest in ein Gläschen überführt. Die Gewölle wurden in Alkohol eingeweicht und dann ausgepreßt. Der Extrakt wurde ebenfalls acetolysiert. Durch die Acetolyse verfärben sich die Pollen hell- bis dunkelbraun, wodurch sie sich unter dem Mikroskop von den anderen Partikeln deutlich abheben und leicht auffindbar sind. Außerdem wird durch die

Tab. 1. Art und Anzahl der untersuchten Säuger und Vögel

Art	Anzahl
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Waldmaus)	8
<i>Rattus norvegicus</i> (Wanderratte)	10
<i>Mus musculus</i> (Hausmaus)	12
<i>Clethrionomys glareolus</i> (Rötelmaus)	1
<i>Microtus arvalis</i> (Feldmaus)	2
<i>Arvicola terrestris</i> (Schermaus)	18
<i>Mustela putorius f. furo</i> (Albino-Frettchen)	1
<i>Mustela putorius f. furo</i> (Iltis-Frettchen)	1
<i>Martes foina</i> (Steinmarder)	1
<i>Procyon lotor</i> (Waschbär)	1
<i>Accipiter nisus</i> (Sperber)	1
<i>Buteo buteo</i> (Mäusebussard)	3
<i>Accipiter gentilis</i> (Habicht)	1
<i>Asio otus</i> (Waldohreule)	1

Tab. 2. Fütterung pollenmarkierter Waldmäuse an Beutegreifer

Tierart	Anzahl der aufgenommenen Waldmäuse	Gewicht der aufgenommenen Waldmäuse
Waldohreule	2	26,9 g
Sperber	1	17,0 g
Mäusebussard 1	3	58,4 g
Mäusebussard 2	2,5	52,2 g
Mäusebussard 3	5	91,5 g
Habicht	2	35,1 g
Albino-Frettchen	1	22,6 g
Iltis-Frettchen	2	44,2 g
Steinmarder	3	50,0 g
Waschbär	5	115,6 g

Behandlung die artspezifische Oberflächenstruktur gut sichtbar. Zur Analyse wurde dann jeweils ein Tropfen der acetolysierten Probe auf einen Objektträger pipettiert (Einzelprobe) und unter dem Mikroskop bei 160facher Vergrößerung untersucht.

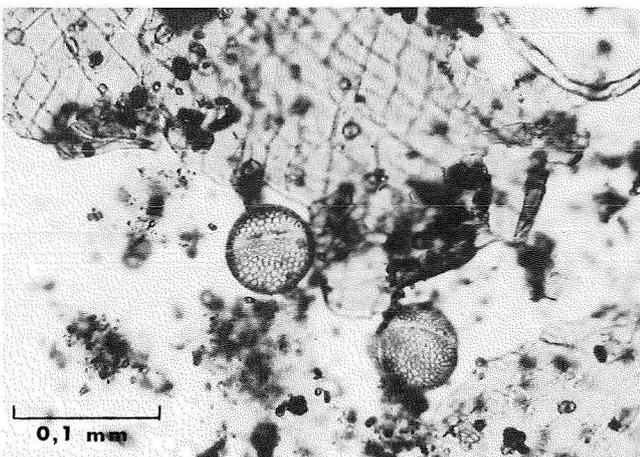
**Ergebnisse**

*1. Versuche mit Kleinsäugetern*

Bei den Kleinsäugetern, die nur einmal pollenmarkiertes Futter aufgenommen hatten, waren Pollen im Kot vom ersten Tag nach der Fütterung besonders zahlreich. Im Kot der darauffolgenden Tage nahm ihre Zahl stark ab, und nach dem fünften Tag wurden sie in Einzelproben nur noch selten gefunden. Wenn dagegen nahezu der gesamte Kot untersucht wurde, waren Pollen auch noch im Kot vom neunten Tag nachweisbar.

Bei den Tieren, die ständig mit pollenmarkiertem Futter gefüttert wurden, wurden Pollen stets in großer Zahl festgestellt. Auch die verendeten Tiere der Innen- und Außengehegeversuche, die neben normalem Futter täglich auch pollenmarkierte Giftköder aufgenommen hatten, wiesen im Magen und Darm stets zahlreiche Pollen auf. Ähnlich war es bei den Wanderratten und Hausmäusen, die bei Bekämpfungsmaßnahmen mit pollenmarkierten Giftködern auf zwei Bauernhöfen verendet aufgefunden wurden. Auch in ihren Magen- und Darminhalten ließen sich Pollen leicht nachweisen. Bei allen untersuchten Kleinsäugetern hatten die Pollen den Verdauungstrakt unbeschädigt passiert.

Abb. 1. Pollen von Cistosen (*Cistus spec.*).



## 2. Versuche mit Beutegreifern

Im Kot der Beutegreifer, die pollenmarkierte Waldmäuse gefressen hatten, wurden deutlich weniger Pollen gefunden als im Kot der Kleinsäuger. Der an den beiden ersten Tagen nach der Fütterung gesammelte Kot enthielt aber noch soviel Pollen, daß auch in Einzelproben (ein Tropfen der acetolysierten Probe) noch mehrere Pollenkörner vorhanden waren. Im Kot vom dritten Tag konnten dagegen häufig erst nach der Durchsicht mehrerer Einzelproben einige Pollenkörner festgestellt werden. Im Kot des Sperbers und des Habichts waren auch bei der Analyse des gesamten Kots zu allen Terminen keine Pollen zu finden. Dagegen wurden im Gewölle des Sperbers einige Pollenkörner nachgewiesen. In allen Proben waren die Pollen vollständig erhalten und zeigten keine Spuren einer Verdauung.

## Diskussion

Die bisher eingesetzten Markierungsstoffe wie z. B. Farbstoffe (NEW 1958), chlorierte Kohlenwasserstoffe (BUCKLE et al. 1985) oder radioaktive Substanzen (AIROLDI 1979, STODDART 1970, TAHON 1970) sind entweder nicht beständig oder schädigen die Tiere und können außerdem die Umwelt gefährden. Pollen sind dagegen ganz und gar ungefährlich. Sie werden von den Tieren gut angenommen, sind gegen chemische und physikalische Einflüsse sehr widerstandsfähig und passieren unbeschädigt den Verdauungstrakt der Tiere. Wegen ihrer geringen Größe werden sie mit dem Magen- und Darminhalt gleichmäßig vermischt und sind daher noch in kleinen Proben nachweisbar. Gegenüber anderen zur Markierung eingesetzten Partikeln, z. B. Bruchstücken von Haaren (HOLIŠOVÁ 1968) und Plastikpartikeln (JOHNS et al. 1979), sind sie wegen ihrer kugeligen Form und braunen Farbe unter dem Mikroskop leichter auffindbar. Außerdem bieten sie wegen ihrer großen Vielfalt eine breite Palette verschiedener Markierungsmöglichkeiten. In unseren Versuchen haben sie sich zur Futtermarkierung sehr gut bewährt. Dabei hat sich gezeigt, daß bei mehrmaliger Köderaufnahme stets zahlreiche Pollen im Kot bzw. im Magen- und Darminhalt zu finden sind.

Wenn die Toxizität eines Giftköders für eine bestimmte Tierart bekannt ist, können Pollen als Beweismittel für eine Vergiftung herangezogen werden, ohne daß der giftige Wirkstoff selbst noch nachzuweisen ist. Bei primär vergifteten Tieren, die Giftköder direkt aufgenommen haben, ist dieser Nachweis leicht zu führen, da bei ihnen gewöhnlich sehr viele

Pollen gefunden werden. Bei sekundär vergifteten Tieren, die Giftköder nur indirekt über Beutetiere aufgenommen haben, findet man dagegen häufig nur wenige Pollen. Ihre Zahl ist abhängig von der Anzahl an gefressenen Beutetieren und der in ihnen befindlichen Giftködermenge. Außerdem spielt die Zeit zwischen Aufnahme der Beutetiere und dem Verenden des Prädators eine wichtige Rolle. In unseren Versuchen mit Greifvögeln z. B. waren im Kot, der am dritten Tag nach der Beuteaufnahme gesammelt wurde, Pollen nur selten nachweisbar.

Bei Beutegreifern ist daher eine Vergiftung nicht sicher nachzuweisen. An Hand der Pollen erhält man aber wichtige Hinweise auf Gefahrenquellen. Denn schon wenige Pollen, die in den Kadavern gefunden werden, sind ein deutliches Zeichen, daß diese Tiere über ihre Beute Giftköder aufgenommen haben.

Die genannten Vorteile von Pollen als Markierungsstoff lassen sich für verschiedene Zwecke nutzen. Zum Beispiel können Pollen Aufschluß über die Attraktivität bestimmter Köder geben. Darüber hinaus sind ungewollte Primärvergiftungen feststellbar, und außerdem können Pollen wichtige Hinweise auf Sekundärvergiftungen von Beutegreifern geben. Bei der Überprüfung der Nebenwirkungen von Giftködern auf den Naturhaushalt kann die Pollenmarkierung eine hilfreiche Methode sein.

---

Für die Hilfe bei der Durchführung der Versuche und für die Pflege der Tiere danken wir Michaela Brehm, B. Bogdain, Sabine Kruse und H. Naujeck.

## Literatur

- AIROLDI, J.-P., 1979: Etude du rythme d'Activité du Campagnol terrestre, *Arvicola terrestris* sherman Shaw. *Mammalia* **43**, 25–52.  
 HOLIŠOVÁ, V., 1968: Results of experimental baiting of small mammals with a marking bait. *Zoologické Listy* **17**: 311–325.  
 JOHNS, B. E. and R. D. THOMPSON, 1978: Acute Toxicant Identification in whole Bodies and Baits Without Chemical Analysis. In: Avian and mammalian wildlife toxicology. American society for testing materials, STP 693 Philadelphia.  
 NEW, J. G., 1958: Dyes for studying the movements of small mammals. *J. of Mammalogy* **39**: 416–429.  
 STODDART, D. M., 1970: Individual range, dispersion and dispersal in a population of Water voles (*Arvicola terrestris* [L.]). *J. Animal. Ecol.* **39**: 403–425.  
 TAHON, J., 1970: Données sur le territoire d'*Arvicola terrestris* L., *EPO Public. (A)*. **58**, 137–141.