

W. Kennel
 Universität Hohenheim, Versuchsstation Bavendorf
 7980 Ravensburg 1

Zur Wirkung von Kupfer auf den Großen Regenwurm

Einleitung

Unter den in Baumobstanlagen allgemein verbreiteten Regenwürmern nimmt die mit Abstand bedeutendste Art, der Große Regenwurm oder Tauwurm (*Lumbricus terrestris* L.), hinsichtlich ihrer Lebensweise eine Sonderstellung ein: Mit Ausnahme der frisch ausgeschlüpften juvenilen Stadien entfalten die Tiere ihre Aktivität fast ausschließlich auf der Bodenoberfläche. Auf diese Weise sind sie in extremer Weise dem schädlichen Einfluß bestimmter Pflanzenschutzmittel ausgesetzt. Deren Regenwurmschädlichkeit besteht entweder in einem unmittelbaren toxischen Effekt oder in einer Repellent-Wirkung. Zu den bekanntesten im Obstbau eingesetzten regenwurmschädlichen Mitteln zählen neben einigen Insektiziden (wie Endosulfan) und allen Benzimidazol-Derivaten auch die vor allem zur Bekämpfung von Obstbaumkrebs und Apfelschorf verwendeten Kupferverbindungen. Zur Klärung der Wirkungsweise letztgenannter Fungizide wurde vor einigen Jahren in Bavendorf eine Freiland-Untersuchung durchgeführt, über die nachfolgend berichtet wird.

Methode

In den offengehaltenen Baumstreifen eines bisher einheitlich bewirtschafteten Apfelquartiers im Gelände der Versuchsstation Bavendorf wurden 16 jeweils 1m² große Parzellen ausgesucht, die aufgrund von Voruntersuchungen einen gleichmäßig hohen Bestand aktiver Tauwürmer erwarten ließen. Auf den selektierten Parzellen wurden im Dezember 1984 in 4 Wiederholungen folgende 4 Versuchsvarianten eingerichtet:

1. Bodenbehandlung mit Kupfer und Aufbringen von kupferbehandelter Streu (Bo/Cu + Str/Cu)
2. Nur Aufbringen von kupferbehandelter Streu (nur Str/Cu)
3. Bodenbehandlung mit Kupfer und Aufbringen von unbehandelter Streu (nur Bo/Cu)
4. Nur Aufbringen von unbehandelter Streu (Bo und Str ohne Cu)

Als Kupfer wurde eine 0,5 %ige Brühe aus Kupferoxychlorid (45% Cu-Gehalt) eingesetzt. Die Applikation auf den Boden erfolgte mit einer Gießkanne in gut 10fach überhöhter Dosierung gegenüber der zur Bekämpfung von Obstbaumkrebs zugelassenen Mittelmenge.

Als Streu diente im Spätherbst gesammeltes Fallaub von Golden Delicious-Bäumen. Pro Parzelle wurde das Trockengewicht von 250g Blattmaterial in von Maschendraht überspannte Rahmen gleichmäßig verteilt. Die Blätter der Versuchsglieder "kupferbehandelte Streu" wurden einen Tag vor ihrer Deponierung 10 Minuten lang in die Kupferoxychlorid-Brühe getaucht.

Zur Endauswertung des Versuches (Juli 1985) wurde das noch vorhandene Laub wieder eingesammelt, von Schmutzteilen sorgfältig gereinigt, getrocknet und gewogen. Die Verrechnung der erhaltenen Werte erfolgte mit der Varianzanalyse.

Ergebnisse

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse der vier Wiederholungen jedes Versuchsgliedes zusammengefaßt. Die einzelnen Werte beziehen sich daher auf eine ursprüngliche Gesamtmenge von 1000g Trockengewicht.

Tabelle: Trockengewicht (Gramm) der Reste von vor rund 7 Monaten aufgebrachtter Streu in Versuchsgliedern ohne Cu-Behandlung bzw. mit Cu-Behandlung des Bodens und/oder der Streu.

Versuchsglied (VG)	Trockengewicht der Streu
1. Bo/Cu + Str/Cu	670
2. Nur Str/Cu	495
3. Nur Bo/Cu	104
4. Bo + Str ohne Cu	0

Aus der Tabelle geht hervor, daß in den Parzellen mit unbehandeltem Fallaub (VG 3 und 4) trotz in einem Fall massiver Kupferbehandlung des Bodens (VG 3) die Bodenstreu nach rund 7 Monaten völlig oder nahezu völlig verschwunden war. Die Unterschiede zwischen VG 3 und 4 sind nicht signifikant. Dagegen war bei Laubbehandlung (VG 1 und 2) trotz in einem Fall fehlender Bodenbehandlung (VG 2) die Streu nur etwa zur Hälfte abgebaut. Die Unterschiede zwischen VG 1 und 2 waren nur schwach, die Unterschiede dieser beiden Versuchsglieder zu VG 3 und 4 dagegen hoch signifikant.

Diskussion

Wie frühere Untersuchungen zeigten (Kennel & Niklas 1980, Niklas 1980), sind in Obstanlagen die Großen Regenwürmer praktisch allein für den schnellen Abbau der Bodenstreu verantwortlich. Schnecken, die einzige unter Umständen infrage kommende "Konkurrenz", wurden von den Versuchspartellen vorsorglich durch Schneckenkorn abgehalten. Der beobachtete unterschiedliche Abbau der Streu, spiegelt daher klar die Fraßaktivität von *L. terrestris* wieder. Da selbst eine massive Behandlung des Bodens mit Kupfer die Aktivität der Würmer nicht oder kaum verhinderte, während in Parzellen mit ausschließlicher Behandlung der Streu diese selbst nach 7 Monaten gerade etwa zur Hälfte abgebaut war, kann davon ausgegangen werden, daß die Regenwurmschädlichkeit von Kupfer allein auf einem Repellent-Effekt beruht. Das steht keinesfalls im Widerspruch zu Beobachtungen (unter anderem Raw 1962, Niklas 1980), nach denen in Obstanlagen infolge von Kupferanwendungen die Regenwurmpopulationen oft erheblich reduziert sind. Denn es ist gleich, ob die Tiere unmittelbar geschädigt werden, oder ob sie wegen Verweigerung der Nahrungsaufnahme verhungern. Dabei muß beachtet werden, daß die älteren Stadien des Großen Regenwurms zu ihrer Ernährung vollständig auf die an der Bodenoberfläche liegende Streu angewiesen sind.

Andererseits bietet die offenbar ausschließliche Repellent-Wirkung von Kupfer unter bestimmten Bedingungen eine Chance zu einem gezielten regenwurmschonenden Einsatz. Das gilt zum Beispiel für Frühjahrsspritzungen während des Austriebs. In dieser Zeit ist nach unseren Beobachtungen (unveröffentlicht) in vielen Obstanlagen, besonders aber in "alternativen" Betrieben, das Fallaub oft gänzlich oder bis auf wenige Reste abgebaut, so daß dessen Kontaminierung mit Kupfer kaum mehr möglich ist. Darüber hinaus ist hier die Bodenvegetation, die dann über Sommer in Form von Mulch die Haupternährungsquelle für Tauwürmer bildet, noch wenig entwickelt.

Eine ganz andere Frage ist, ob die minimalen Kupferkonzentrationen, die in der Regel im Frühjahr zur Schorfbekämpfung verwendet werden, überhaupt bedenklich sind. Dazu kann leider noch keine sichere Aussage getroffen werden.

Kritischer als der Einsatz von Kupferfungiziden im Frühjahr sind die Herbstspritzungen gegen Obstbaumkrebs ("Blattfallspritzungen") zu beurteilen. Doch auch hier ist die Gefährdung vermutlich etwas gemildert, wenn den Regenwürmern im Sommer jeweils ausreichend kupferfreie Mulchmasse zur Verfügung steht.

Trotz dieser Relativierungen sollte wegen der Nützlichkeit von Regenwürmern allgemein (Bieri & Cuendet 1989), insbesondere aber wegen der hervorragenden Bedeutung des Großen Regenwurms für die Gesunderhaltung der Obstanlagen (Kennel 1989), auf Kupferanwendungen so weit wie möglich verzichtet werden.

Zusammenfassung

In einem gegen Jahresende in einer Apfelanlage einmalig mit einem Kupferfungizid behandelten Boden war selbst bei etwa 10facher Überdosierung die Aktivität des Großen Regenwurms (*Lumbricus terrestris*), der wichtigsten Regenwurmart im Obstbau, nicht signifikant geschmälert. Dagegen wurden mit Kupfer behandelte und anschließend auf Bodenparzellen gebrachte Apfelblätter (Falllaub) bis über einem halben Jahr von den Regenwürmern kaum angenommen, während das unbehandelte Laub vollständig verzehrt war. Die den Kupfermitteln zugeschriebene Regenwurmschädlichkeit scheint daher nicht toxischer Natur zu sein, sondern allein auf einem Repellent-Effekt und der damit verbundenen Verhinderung der Nahrungsaufnahme zu beruhen. Es kann angenommen werden, daß diese negative Wirkung bei Kupferspritzungen allein zur Zeit des Baumaustriebes (nach weitgehendem Abbau des Falllaubes und vor Beginn stärkeren Zuwachses der Bodenvegetation) weitgehend ausgeschlossen ist.

Summary

The activity of *Lumbricus terrestris* L., the most important earthworm species in orchards, was not significantly reduced in soil treated with a copper fungicide, even by a tenfold overdose. On the other hand, fallen apple leaves treated with copper and brought to soil plots afterwards were not accepted by the worms for a period of more than 6 months whereas the untreated leaves were completely consumed. The danger of copper compounds for earthworms seems therefore not to be of toxic nature but seems to be based on a repellent effect and, combined with it, on the prevention of consumption. This negative effect can presumably be avoided to a great extent by copper sprays carried out only around the time of bud burst when the fallen leaves are nearly disappeared and before an increased growth of the soil vegetation starts.

Literatur

- Bieri, M. und G. Cuendet, 1989: Die Regenwürmer, eine wichtige Komponente von Ökosystemen.- Schweiz. Landw. Fo. **28**, 81-96.
 Kennel, W., 1989: The role of the earthworm *Lumbricus terrestris* in integrated fruit production.- *Acta Horticulturae* **285**, 149-156.
 Kennel, W. und J. Niklas, 1980: Vorkommen und Bedeutung von Regenwürmern in Obstanlagen.- *Erwerbsobstbau* **22**, 217-221.
 Niklas J., 1980: Zur Wirkung von Pestiziden, insbesondere von Benzimidazolen auf Regenwürmer und andere Bodentiere in Obstanlagen.- Dissertation, Stuttgart-Hohenheim.
 Raw, F., 1962: Studies of earthworm populations in orchards. I. Leaf burial in apple orchards.- *Ann. appl. biol.* **50**, 389-404.