

Wirkung Kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel auf die Avifauna

Jens Jacob

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, jens.jacob@jki.bund.de

Kupfer ist ein essentielles Spurenelement, das am Aufbau von zahlreichen Enzymen beteiligt ist und eine wichtige Rolle bei der Körperabwehr gegen oxidativen Stress besitzt.

Informationen zur Retention von Kupfer in Wirbeltieren und assoziierter Prozesse sind spärlich und stammen im Wesentlichen aus Untersuchungen zum Biomonitoring ohne Bezug zu Pflanzenschutzmitteln. Folgende Ergebnisse aus solchen Untersuchungen können Anhaltspunkte für die Wirkung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln (z. B. Funguran, Kupferoxychlorid) auf die Avifauna bieten:

Die bioverfügbare Menge von Kupfer in aquatischen Habitaten nach der Anwendung von Funguran (Kupferoxychlorid) in benachbarten Anbauflächen ist gering, weil Kupfer zügig in komplexe Verbindungen eingebaut wird (Mueller et al. 2003). Selbst nach der Anwendung von 8 kg Funguran ha⁻¹ y⁻¹ traten keine biologischen Effekte im aquatischen System auf. Bei einer Aufwandmenge von Funguran von 19,3 kg ha⁻¹ y⁻¹ und gleichzeitig stark erhöhtem Kupfergehalt im Boden (131-152 mg kg⁻¹) liegt der Kupfergehalt von gewaschenen Tomaten deutlich unter 20 mg kg⁻¹ Trockenmasse (Pestemer & Strumpf 2003). Dadurch sind die Tomaten als unbedenklich für Verbraucher einzustufen (Pestemer & Strumpf 2003).

Die experimentelle Anwendung von Kupferoxychlorid (0,5 %) gegen Fraß durch Krähen (*Corvus splendens*) an Sonnenblumen zeigte keinen Erfolg, was auf uneingeschränkte Fraßaktivität der Vögel hindeutet (Dhindsa et al. 1991).

Auf einem Grasland, das durch unmittelbare Nähe zu einer Raffinerie mit Kupfer und anderen Schwermetallen kontaminiert wurde, ließen sich erhöhte Kupferkonzentrationen bei Kleinsäugetern nachweisen. Im Gegensatz zu den Nagetierarten Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) und Erdmaus (*Microtus agrestis*) war die Kupferkonzentration in der insektivoren Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) deutlich erhöht (Hunter et al. 1987). Die Aufnahme von Kupfer blieb während des Jahres bei Nagern in etwa konstant. Bei der Spitzmaus schwankte die Aufnahme und betrug maximal 258 µg g⁻¹ d⁻¹ für Tiere vom belasteten Grasland. Der Wert für Kontrolltiere aus unbelastetem Habitat lag bei 16,5 µg g⁻¹ d⁻¹. Die saisonale Variation in der Kupferaufnahme bei der Spitzmaus wurde auf unterschiedliche Kupferbelastung der saisonal schwankenden Nahrungsbestandteile zurückgeführt.

Trotz der erhöhten Kupferkonzentration in der Nahrung stieg die Kupferkonzentration in den Tieren vom belasteten Grasland gegenüber den unbelasteten Individuen lediglich um das Zweifache auf etwa 30 µg g⁻¹ Trockengewicht. Dies deutet auf geringe Bioverfügbarkeit des konsumierten Kupfers und komplizierte Interaktionen beim Einbau des Kupfers in den Organismus hin.

Die Kupferkonzentration in experimentell gehaltenen Enten, die Standardaufzuchtnahrung fressen, liegt je nach Entenart und Gewebetyp bei bis zu 540 µg g⁻¹ Trockengewicht (Lucia et al. 2008). In anderen Studien wurden Werte von 5-559 µg g⁻¹ Trockengewicht ermittelt (Referenzen in Lucia et al. 2008). Hier spielten der Ernährungszustand sowie die geografische Herkunft der Tiere eine große Rolle.

Kupferrückstände in Vögeln wurden auch im Rahmen von Biomonitorings untersucht (z. B. Hahn et al. 1989, Kühnast and Ellenberg 1990). Die Belastung der Federn von Elster (*Pica*

pica) und Habicht (*Accipiter gentilis*) war stark von der Hauptwindrichtung abhängig und nahm exponentiell mit der Entfernung zur Emissionsquelle – dem Hamburger Hafen – ab. Die Kupferkonzentrationen in den Schwungfedern lagen im Bereich von 5-30 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Kühnast and Ellenberg 1990).

Umfangreiche Untersuchungen zur Wirkung von Kupfersalzen auf Vögel wurden von Pullar (1940) publiziert. Dabei wurden jedoch Kupfersulfat u. a. Salze untersucht, die keine Rolle im gegenwärtigen Pflanzenschutz spielen.

Eine Reihe von Veröffentlichungen widmet sich der Frage, ob und wie sich Pflanzenschutzmittel auf das Verhalten und/oder die Populationsdynamik von Wildvögeln auswirken. Dabei stehen Wirkstoffe mit langer Umweltretention bzw. hoher Bioakkumulation im Vordergrund. Daneben werden Pflanzenschutzmittel betrachtet, deren Anwendung das Futterangebot für insektivore Vogelarten stark einschränken (DDT, Lindan, Parathion etc.) (Clausing et al. 1983, Clausing 1986), weil derartige Stoffe vermutlich ein deutlich höheres Potenzial für unerwünschte Auswirkungen auf die Avifauna auf Populationsebene besitzen als kupferhaltige Fungizide.

Höhlenbrütende Singvögel in Obst- und Weinbau

Umfangreiche Untersuchungen im Obst- und Weinbau im Bundesgebiet zeigten, dass der wichtigste limitierende Faktor für eine erfolgreiche Ansiedlung höhlenbrütender Vögel die Verfügbarkeit von Nistmöglichkeiten ist. Das Aufstellen von Nistkästen führt zur schnellen Annahme v. a. durch Kohl- und Blaumeisen (*Parus major*, *P. caeruleus*) sowie durch Feldsperlinge (*Passer montanus*), die in den Kästen ihrem Brutgeschäft nachgehen. Dies gilt für den Obstbau (z. B. Rode 1982, Gemmeke 2002) und den Weinbau (Maixner and Gemmeke 2004, Fache 2007).

Die Dank dieser Untersuchungen zur Verfügung stehenden Daten legen nahe, dass sich der Bruterfolg beispielsweise von Kohlmeisen und Feldsperlingen in Intensivobstanlagen, konventionellem Weinbau und Ökoweinbau nicht deutlich vom Bruterfolg in Optimalhabitaten unterscheidet (Tabelle 1). So ist der Bruterfolg bei Erstbruten in Wein- und Obstanlagen je nach Brutparameter etwas höher oder etwas niedriger als in Wäldern oder auf Brachen. Die Bewirtschaftungsform im Weinbau (konventionell - ökologisch) hatte ebenfalls keinen Einfluss auf Legebeginn, Schlupf, Ausflug, Gelegegröße, Schlupferfolg und Ausfliegerfolg bei Feldsperlingen und Blaumeisen (Fache 2007).

Die Bewirtschaftungsform und die damit verbundene Anwendung von Pflanzenschutzmitteln scheinen sich demnach weder bei der Mortalität der Alt- und Jungvögel noch bei der Nahrungsgrundlage der Vögel in dem Maße auszuwirken, dass messbare Effekte beim Bruterfolg auftreten.

Für die Daten zum Bruterfolg von höhlenbrütenden Vögeln in Obstanlagen aus Rank (1997) ist bekannt, dass zur Vorblüte Kupferpräparate mit 4,5 kg ha⁻¹ angewendet wurden. Die Werte für Gelegegrößen und für die Anzahl flügger Junge liegen bei Kohlmeisen und Feldsperlingen von diesen Flächen im Bereich der Werte naturnaher Habitate (Brache und Laubwald), in denen keine Kupferpräparate zum Einsatz gekommen sein dürften (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über Brutparameter von höhlenbrütenden Singvögeln in unterschiedlichen Habitaten. Alle Werte ohne Literaturangabe stammen aus Fache (2007).

	Höhlenbrüter	Kohlmeise Erstbrut		Feldsperling Erstbrut	
	Erstbruten ha ⁻¹	Gelegegröße	flügge Junge	Gelegegröße	flügge Junge
Weinbau	7,0 (Maixner 2004)	10,1	8,2	5,8	2,9
Obstbau		8,5 (Rode 1982)	7,6 (Rode 1982)	5,1 (Rode 1982)	3,5 (Rode 1982)
Obstbau 4,5 kg Kupfer (Vorblüte)		8,5 (Rank 1997)	8,0 (Rank 1997)	4,9 (Rank 1997)	4,1 (Rank 1997)
Eichenwald	5,0 (Sanz 2001)				
Laubwald		9,6	7,0		
Weinbergbrache		8,5	8,0	5,0	4,0

Fazit

Da keine systematischen experimentellen Arbeiten zur potenziellen Auswirkung der Anwendung kupferhaltiger Fungizide auf Vögel verfügbar sind, lassen sich keine spezifischen Aussagen treffen.

Erste Anhaltspunkte zur eventuellen Wirkung von Pflanzenschutzmitteln in Wein- und Obstbau, wo kupferhaltige Mittel in der Regel angewendet werden, ergeben sich aus Daten zum Bruterfolg von höhlenbrütenden Singvögeln. Diese Studien zeigen, dass höhlenbrütende Singvögel in Obst- und Weinanlagen ähnlichen Bruterfolg wie in Optimalhabitaten haben. Für die Daten von Rank (1997) liegen Angaben zur Behandlung der betreffenden Flächen mit Kupferpräparaten vor. Der Bruterfolg höhlenbrütender Vögel auf diesen Flächen ist dem Bruterfolg von Vögeln in Optimalhabitaten, Weinbergen und anderen Obstanlagen sehr ähnlich. Ein nachteiliger Effekt der Bewirtschaftungsform – und der entsprechenden Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – ist aus diesen Reproduktionsdaten nicht zu erkennen.

Die gemeinsame Auswertung der Reproduktionsdaten aus Rode 1982, Rank 1997, Maixner 2004, Fache 2007 usw., mit der nachträglichen Erhebung des Anwendungsumfangs kupferhaltiger Fungizide auf den betreffenden Flächen, bietet die Möglichkeit, den Effekt kupferhaltiger Fungizide auf die Avifauna zu ermitteln.

Durch die o. g. Studien zu dieser Thematik ist eine gute Grundlage vorhanden, um systematische Experimente zu konzipieren und durchzuführen.

Literatur

- Clausing, P. (1986): Chlororganische Insektizide in Europa - Kontaminationsgrad und Bestandsveränderungen bei Vögeln zehn Jahre nach dem DDT-Verbot. Eine Literaturübersicht. *Berichte aus der Vogelwarte Hiddensee* **7**, 47-53.
- Clausing, P., Grün, G., and Riedel, B. (1983): Untersuchungen zur Vogeltoxizität von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PSM) sowie Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse (MBP) als Bestandteil der hygienisch-toxikologischen Anforderungen für ihre Zulassung. *Speziell PSM, Journal f. Pflanzenschutz- u. Schädlingsbek. Mittel der DDR* **3**, 1-5.
- Dhindsa, M. S., Sandhu, P. S., Saini, H. K., and Toor, H. S. (1991): House crow damage to sprouting sunflower. *Tropical Pest Management* **37**, 179-181.
- Gemmeke, H. (1992): Chemische Pflanzenschutzmittel in der Agrarlandschaft (Ort, Zeit, Umfang) und ihre Bedeutung für die Vogelwelt. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **280**, 36-72.
- Gemmeke, H. (2002): Singvögel brüten auch in intensiv bewirtschafteten Obstanlagen. *Obstbau* **3**, 122-123.
- Fache, R. (2007): Bruterfolg und Nahrungssuchverhalten von insektenfressenden Höhlenbrütern in flurbereinigten Weinbergen. *Diplomarbeit, Friedrich-Schiller-Universität, Jena*, 1-85.
- Hahn, E., Ostapczuk, P., Stoepler, M., and Ellenberg, H. (1989): Schwermetalle in Elsternfedern - zur Frage nach den Anteilen von exogener und endogener Einlagerung in die Federn bei Zink, Cadmium, Blei, Kupfer, Nickel und Kobalt. *Ökol. Vögel* **11**, 265-281.
- Hunter, B. A., Johnson, M. S., and Thompson, D. J. (1987): Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem; 3. Small mammals. *Journal of Applied Ecology* **24**, 601-614.
- Kühnast, O. and Ellenberg, H. (1990): Schwermetalluntersuchungen (Cadmium, Kupfer, Blei) in Federn von Elstern (*Pica pica* l.) und Habicht (*Accipiter gentilis* l.) als flächenhaft integrierendes Biomonitoring für Luft-Schadstoffeinträge im südöstlichen Schleswig-Holstein. *Corax* **3**, 309-325.
- Lucia, M., Andre, J.-M., Bernadet, M.-D., Gontier, K., Gerard, G., and Davail, S. (2008): Concentrations of metals (Zinc, Copper, Cadmium, and Mercury) in three domestic ducks in France: Pekin, Muscovy, and Mule ducks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **56**: 281-288.
- Maixner, M. and Gemmeke, H. (2004). Weinberge, ein Biotop für Singvögel? *Der Deutsche Weinbau* 42-43.
- Mueller, A., Buhr, L., Pestemer, W., Strumpf, T. (2003): Effects of Funguran on an aquatic biocenosis and the residue behaviour of copper in water and sediment. *Gesunde Pflanzen* **55**: 244-253.
- Pestemer, W., Strumpf, T. (2003): Occurance, importance and legal regulations of heavy metals in urban stands – an overview. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **394**, 170-178.
- Pullar, E. M. (1940): The toxicity of various copper compounds and mixtures for domesticated birds. *Australian Veterinary Journal* **16**: 147-162.
- Rank, H. (1997): Höhlenbrütende Vogelarten in Obstanlagen. *Obstbau* **2/97**: 66-70.
- Rode, H. (1982): Zur Ansiedlung von höhlenbrütenden Singvögeln in Anlagen des Intensivobstbaus der DDR. *Arch. Gartenbau* **30**: 39-61.
- Sanz, J. J. (2001): Experimentally increased insectivorous bird density results in a reduction of caterpillar density and leaf damage to Pyrenean oak. *Ecological Research* **16**: 387-394.