

Aus der Schweizerischen Vogelwarte Sempach

Vergiftungen von Greifvögeln durch Carbofurananwendung im Ackerbau

Susanne Jenni-Eiermann, Ueli Bühler und Niklaus Zbinden

Mortality of birds of prey associated with the field application of granular carbofuran. – Between 1980 and 1993, 93 Common Buzzards *Buteo buteo*, Red Kites *Milvus milvus* and Black Kites *M. migrans* were found in spring, all showing similar symptoms typical for poisoning with carbofuran. Granular carbofuran is a carbamate insecticide-nematicide for the protection of beet and maize seeds, which has been shown to be also highly toxic to wildlife and particularly to birds. In an earlier study toxicological analyses of earthworms found in crop contents of 8 Common Buzzard victims showed carbofuran in high concentrations. In this study the phenomenology of all 93 sick or dead raptors reported to us was analysed. Most victims were found in fodder beet, sugar beet and maize fields. The geographic distribution of the 93 cases corresponds with that of sugar beet and maize fields in Switzerland. Death or poisoning of the 93 raptors occurred mainly after rain, when the granular pesticide was solved and the earthworms appeared on the surface. It is concluded that most of the poisoned raptors were victims of secondary poisoning with carbofuran via contaminated earthworms.

Key words: carbamate, carbofuran, earthworms, pesticide, raptor mortality, secondary poisoning.

Dr. Susanne Jenni-Eiermann und Dr. Niklaus Zbinden, Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach; Dr. Ueli Bühler, Via Concordia 9, CH–7013 Domat/Ems

Von 1980 bis 1993 wurden der Schweizerischen Vogelwarte 93 Mäusebussarde *Buteo buteo*, Rotmilane *Milvus milvus* und Schwarzmilane *Milvus migrans* gemeldet, die starke Vergiftungserscheinungen zeigten oder an Vergiftungen gestorben waren. Alle waren im Frühling und mit ähnlichen Symptomen gefunden worden. Bei einem Grossteil der Fälle wurden als Fundorte Rüben- oder Maisäcker angegeben. Die Symptome und der Fundort liessen vermuten, dass die uns gemeldeten Vögel Opfer einer Vergiftung durch Carbofuran geworden waren. Dieses Insektizid-Nematizid wird auf Zuckerrüben-, Futterrüben- und Maisäckern angewendet und im Frühling mit der Saat ausgebracht. Es weist eine hohe akute Toxizität auf, so dass der Fundort häufig auch dem Ort entsprechen dürfte, an dem der Vogel dem Pestizid ausgesetzt war. Dass Vögel Opfer primärer oder sekundärer Vergiftung durch Carbofuran werden können, wurde bereits mehrfach berichtet (Balcomb 1983, Balcomb et al. 1984, Flickinger et al. 1980, Stinson et al. 1994).

In toxikologischen Untersuchungen an acht Mäusebussarden konnten wir nachweisen, dass

die Greifvögel Regenwürmer gefressen hatten, die Carbofuran enthielten (Dietrich et al. 1995). Wir folgerten aus diesem Ergebnis, dass diese Greifvögel sekundär Opfer des Pestizids geworden waren (Dietrich et al. 1995).

Da die Carbofuranbestimmung sehr aufwendig und kostspielig ist, war es leider nicht möglich, den Kropfinhalt aller Individuen zu analysieren. Ziel dieser Arbeit ist es daher, die Phänomenologie der uns gemeldeten kranken oder toten Greifvögel genauer zu analysieren und die Wahrscheinlichkeit, dass auch sie Giftopfer durch Carbofuran wurden, einzuschätzen.

1. Material und Methode

Tote und vergiftete Greifvögel. Beobachtungen und Funde von Greifvögeln mit Vergiftungserscheinungen stammen von freiwilligen Meldern und von Frau V. von Stockar, die die Vogelpflegestation in Berg am Irchel (ZH) betreibt. Die Daten von 1980 bis 1986 sowie die Gewichte der Greifvögel stammen ausschliesslich aus ihrer Pflegestation.

Regenwurmzählung. Ein Zuckerrübenacker bei Butwil, Gemeinde Inwil (LU), von ungefähr 0,5 ha wurde ausgewählt, um den Effekt von Carbofuran auf Regenwürmer zu untersuchen. Am 10. April 1992 wurde auf dem Acker die Zuckerrübensaat zusammen mit dem Granulat Carbofuran (Wirkstoffgehalt 5 %; Anwendung: 30 kg/ha Granulat) in die Saatfurchen gegeben. Regenwurmzählungen erfolgten an 10 Tagen, die erste drei Tage vor der Carbofuranapplikation, die anderen 0 bis 24 und eine letzte 80 Tage nach der Carbofurananwendung. Die Regenwürmer wurden an den jeweiligen Daten an acht verschiedenen Stellen in Quadraten von je 0,25 m² gezählt, und ihr Zustand wurde festgehalten.

Zuckerrübenanbauggebiete und Carbofuranapplikation. Das Datenmaterial über die Flächen der Zuckerrübenanbauggebiete sowie die Anwendung von Granulat wurde freundlicherweise von Herrn Samuel Jenni, Schweizerische Fachstelle für Zuckerrübenanbau, bereitgestellt. Die Werte der bebauten Zuckerrübenfläche beziehen sich auf die Jahre 1992 und 1993. Der Anteil der Flächen, die nicht be-

zungsweise mit mittlerer oder hoher Dosierung des Granulats behandelt wurden, sind in einer Umfrage 1991 ermittelt worden. Laut S. Jenni dürften die Ergebnisse auch für die Jahre 1992–1994 gelten.

Futtermübenanbau und Maisanbau. Die Daten der Anbauflächen für Körner-, Silo- und Grünmais stammen vom Bundesamt für Statistik und beziehen sich auf das Jahr 1990, jene für Futtermüben auf 1985 (Anon. 1986, 1992). Die Daten der mit Carbofuran behandelten Maisflächen stammen von Herrn Dr. F. Bigler, Forschungsanstalt für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich, der Landwirtschaftsdirektion des Kantons Luzern, der Zentralstelle für Pflanzenschutz des Kantons St. Gallen und der Direktion der Volkswirtschaft des Kantons Zürich.

Wetterdaten. Von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt bezogen wir die Daten der täglichen Niederschlagsmengen (= Tagessumme von 5,40 h bis 5,40 h des Folgetages) der Stationen Zürich-Kloten, Zürich-SMA, Schaffhausen, Güttingen (TG), Tänikon (TG) und Beznau (AG) für 1980 bis 1993. Für unse-

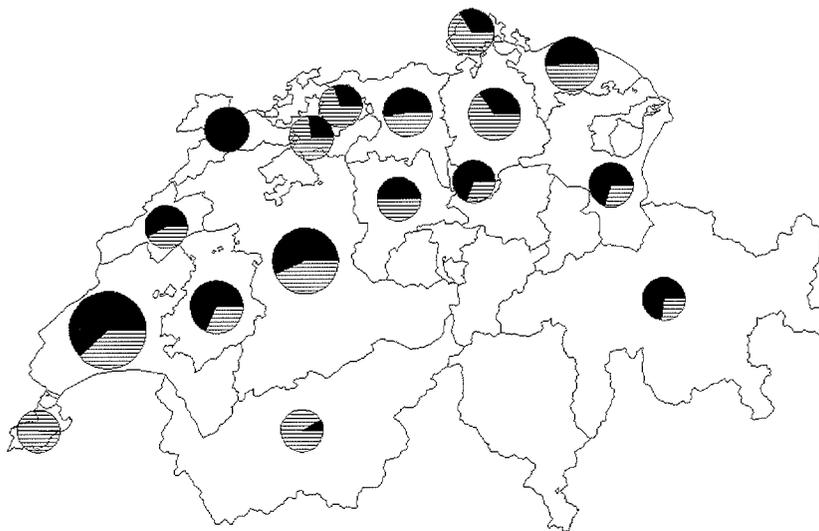


Abb. 1. Zuckerrübenanbaufläche pro Kanton in den Jahren 1992 und 1993. Die Grösse der Kreise entspricht der Anbaufläche. Schwarz: Anteil der mit Carbofuran behandelten Fläche. – Area of sugar beet for each canton in Switzerland in 1992 and 1993. The size of the circles is proportional to the sugar beet area. Black = carbofuran treated.

re Auswertung beschränkten wir den Zeitraum auf 13. März bis 15. Juni, die Zeit, in der Vergiftungsfälle beobachtet worden waren.

2. Ergebnisse

2.1. Anwendung von Carbofuran in der Schweiz 1991–1994

Carbofuran (2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl methylcarbamate) ist ein organisches Insektizid-Nematizid, das in der Schweiz vor allem auf Zuckerrüben-, Futterrüben- und Maisfeldern zur Bekämpfung von Insekten wie Drahtwürmern, Engerlingen, Erdflöhen, Moosknopfkäfern, Rübenfliegen, Blattläusen und von Fadenwürmern wie dem Rübenkopffälchen angewendet wird. Leider hat es auch die «Nebenwirkung», dass es in der üblicherweise angewendeten Dosierung auf Regenwürmer im Acker tödlich wirkt. Das Granulat, erhältlich z.B. unter den Namen Carbofuran, Curaterr, Diafuran oder Intrasol, enthält 5 % Carbofuran. Es wird zusammen mit dem Saatgut, in der Schweiz ungefähr Mitte März, in die Saatfur-

che gestreut. Diese wird dann mit einer Kufe zgedrückt.

Die höchste Dosierung von Carbofuran findet man im Zuckerrübenanbau. Bei starkem Nematodenbefall werden 30 kg/ha Carbofuran-Granulat angewendet, als Insektizid 10–15 kg/ha. Die grössten Zuckerrübenanbauflächen in der Schweiz befinden sich in den Kantonen Waadt, Bern, Zürich, Thurgau und Freiburg. Diese fünf Kantone sowie die Kantone Neuenburg, Aargau, Graubünden, Luzern, St. Gallen, Schaffhausen, Zug und Jura behandeln 33–100 % der Rübenanbaufläche mit Carbofuran in insektizider Dosierung (Abb. 1). In den Kantonen Genf, Wallis, Solothurn und Baselland hingegen werden nur 0–30 % der Zuckerrübenflächen gegen Insekten behandelt.

Die besonders hohe, gegen Nematoden dosierte Behandlung wird in den Kantonen Bern, Freiburg, Waadt, Schaffhausen, Thurgau und Zürich durchgeführt. Es ist aber nur eine kleine Fläche des jeweiligen Zuckerrübenanbaugesbietes (0,4–6,2 %) betroffen.

Im Futterrübenanbau wird ebenfalls Carbofuran angewendet. Es liegen uns keine statisti-

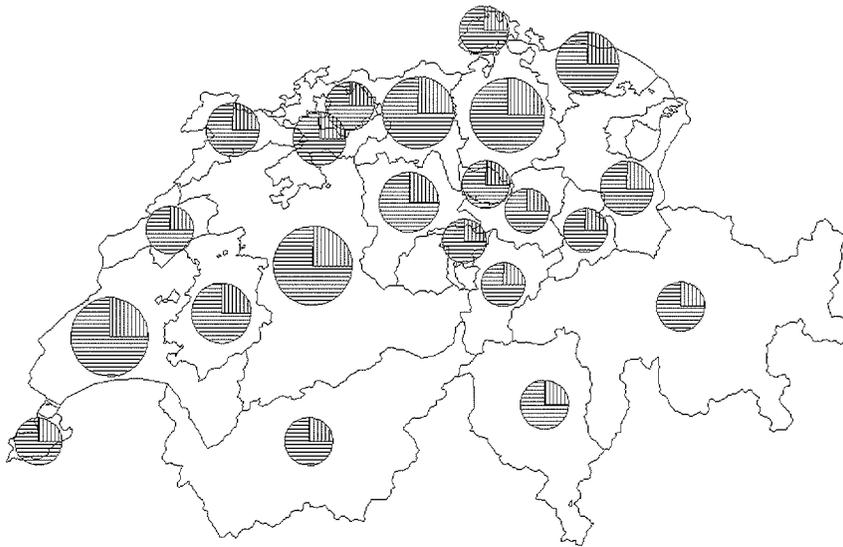


Abb. 2. Maisanbaufläche pro Kanton 1990. Die Grösse der Kreise entspricht der Anbaufläche. Vertikal schraffiert: geschätzter Anteil der mit Carbofuran behandelten Fläche. – *Area of maize for each canton in 1990. The size of the circles is proportional to the maize area. Vertical hatching: estimated area of carbofuran treated maize cultures.*

schen Angaben über den Anteil der mit Granulat behandelten Flächen vor, doch dürfte er ähnlich wie beim Zuckerrübenanbau sein, nämlich zwischen 30 und 60 %. Im Vergleich zum Zuckerrübenanbau macht der Futterrübenanbau eine wesentlich kleinere Fläche aus. Für die gesamte Schweiz wurde 1985 eine Fläche von 2575 ha angegeben (Zuckerrübenanbau: 14247 ha; Anon. 1986).

Tab. 1. Anzahl der Vergiftungsfälle von Greifvögeln, die der Schweizerischen Vogelwarte und der Vogelpflegestation Berg am Irchel gemeldet wurden. MB = Mäusebussard, RM = Rotmilan, SM = Schwarzmilan. – *Number of Common Buzzards (MB), Red Kites (RM) and Black Kites (SM) which were found dead (Totfund) or alive (Lebendfund) with symptoms of poisoning. The latter are divided into individuals which subsequently died (gestorben) or recovered (erholt).*

Jahr	Art	Tot-	Lebendfund		Total
			gestorben	erholt	
1980	MB	–	–	2	2
	RM	–	–	1	1
	SM	–	1	4	5
1981	MB	–	1	1	2
	SM	–	–	1	1
1982	MB	–	1	–	1
1983	MB	–	–	2	2
1984	keine Funde				
1985	MB	–	–	1	1
1986	MB	–	–	2	2
1987	MB	5	–	1	6
	RM	4	1	3	8
	SM	1	–	2	3
1988	SM	–	–	1	1
1989	MB	–	–	3	3
	RM	4	–	–	4
1990	MB	9	–	3	12
	RM	–	1	1	2
1991	MB	8	–	5	13
	RM	–	–	2	2
	SM	1	–	–	1
1992	MB	4	–	4	8
	RM	1	–	–	1
	SM	2	–	2	4
1993	MB	5	–	1	6
	SM	–	–	2	2
Total		44	5	44	93

Die Maisanbaufläche, bestehend aus Körner-, Silo- und Grünmaisäckern, betrug für das Jahr 1990 gesamthaft 66178 ha (Anon. 1992) und ist somit ungefähr 4,5mal grösser als die Zuckerrübenanbaufläche. Gemäss den Angaben der Forschungsanstalt für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz (Schätzung von 1987, basierend auf Verkaufszahlen der Herstellerfirmen), der Landwirtschaftsdirektion des Kantons Luzern, der Zentralstelle für Pflanzenschutz des Kantons St. Gallen (Ergebnisse aus Umfragen 1989 bzw. 1993) und der Direktion der Volkswirtschaft des Kantons Zürich (Schätzung von 1990) werden davon ungefähr 30–35 % mit Granulat behandelt, wovon Carbofuran einen Anteil von 60–90 % ausmachen dürfte. Die Pflanzenschutzstellen nehmen an, dass das Carbofuran gemäss den Empfehlungen der Saatgutverkäufer dosiert wird, nämlich 7–8 kg/ha. Kantone mit der grössten Maisanbaufläche sind Bern, Waadt, Zürich, Aargau und Thurgau (Abb. 2), eine ähnliche Verteilung wie beim Zuckerrübenanbau.

Flächen, auf denen kein Carbofuran ausgebracht wird, werden grösstenteils mit dem Organophosphat Terbufos oder mit dem Carbamat Aldicarb (Handelsname: Temik) behandelt. Beide Pestizide hemmen ebenfalls die sogenannten B-Esterasen, insbesondere die Acetylcholinesterase, und rufen die gleichen Vergiftungserscheinungen hervor wie Carbofuran. Bei Vergiftung durch ein Organophosphat treten die Symptome lediglich etwas langsamer, innerhalb einer Stunde, auf. Terbufos und Temik haben auf Vögel eine hohe toxische Wirkung (Joermann 1992) und sind für Regenwürmer schädlich.

2.2. Beobachtungen von Vergiftungsfällen seit 1980

1987 wurden der Schweizerischen Vogelwarte besonders viele Rotmilane, Schwarzmilane und Mäusebussarde mit Vergiftungserscheinungen gemeldet (Tab. 1). Daraufhin wurden ab 1989 die gemeldeten Fälle systematisch protokolliert. Von der Vogelpflegestation in Berg am Irchel (ZH) erhielten wir Daten von 1980 bis 1993 von Greifvögeln, die die typi-

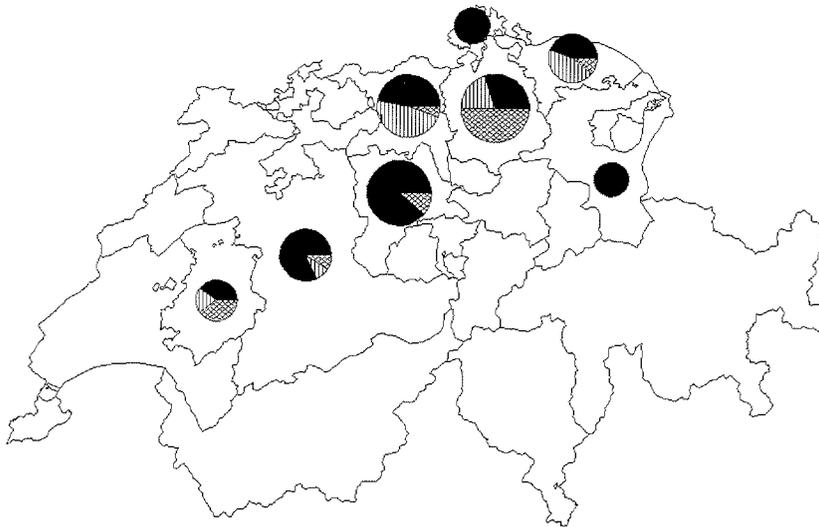


Abb. 3. Anzahl Funde von Greifvögeln mit Vergiftungssymptomen 1980–1993 (s. Tab. 1). Die Grösse der Kreise entspricht der Anzahl Funde pro Kanton. Innerhalb jedes Kreises ist der Anteil der drei Arten angegeben: Schwarz = Mäusebussard, schraffiert = Rotmilan, kreuzschraffiert = Schwarzmilane. – *Number of raptors (proportional to the size of the circles) 1980–1993 (from Table 1). Within each circle, the proportion of three species of raptors is given. Black = Buzzards, hatched = Red Kites, cross hatched = Black Kites.*

schen Symptome der «Frühlingsvergiftung» zeigten.

Insgesamt wurden 1980–1993 58 Mäusebussarde (31 Tot- und 27 Lebendfunde), 18 Rotmilane (9 Tot- und 9 Lebendfunde) und 17 Schwarzmilane (4 Tot- und 13 Lebendfunde) gemeldet (Tab. 1).

Alle Greifvögel waren im Frühling (13. März bis 10. Juni) gefunden worden und zeigten ähnliche Symptome. Sie hatten Durchfall, gaben dunklen, stinkenden Schleim aus dem Schnabel (diese Symptome waren auch bei den Totfunden erkennbar), waren flugunfähig und zeigten Bewegungsstörungen. Diese Anzeichen decken sich mit den in der Literatur beschriebenen Auswirkungen von Carbofuran auf Vögel. Es hemmt die Cholinesterase und blockiert so das neuromuskuläre und zentrale Nervensystem. Die Folge ist der Tod, der innerhalb von 15–60 Minuten eintritt (Joermann 1992). Ist die Dosis subletal, treten Vergiftungserscheinungen wie Lähmungen, Bewegungsstörungen, Atemstörungen, Speicheln, Durchfall und Lethargie auf (Balcomb 1983,

Joermann 1992). Die Vögel verlieren ihre Fluchtreaktion und vermindern ihre Aktivität (Peakall 1985). Die Rekonstitution verläuft rasch, und der Vogel erholt sich innerhalb von 24 Stunden vollständig.

Sofern untersucht, hatten die Greifvögel Regenwürmer in Kropf und Magen. Bei 45 Fällen konnte der genaue Fundort ermittelt werden. Angegeben wurden entweder Mais- (14 Fälle), Futterrüben- (3 Fälle), Zuckerrüben- (9 Fälle), Rübenäcker (7 Fälle) oder unspezifisch Äcker (12 Fälle). Auffällig war, dass bei 11 Meldungen je zwischen 2 und 4 Greifvögel am selben Tag und auf demselben Acker gefunden worden waren.

Ein Vergleich der Gewichte der vergifteten Greifvögel (nur Fälle aus der Vogelpflegestation Berg am Irchel) mit der Literatur, zeigt, dass die Tiere nicht verhungert oder in schlechter Körperverfassung waren (Tab. 2).

Vergleicht man die Häufigkeit der gemeldeten Fälle (Abb. 3) und die Anbaufläche von Zuckerrüben (Abb. 1) bzw. Mais (Abb. 2) nach Kantonen, zeigt sich, dass – mit Ausnahme von

Tab. 2. Körpergewichte (g) der vergifteten Greifvögel im Vergleich mit Literaturwerten von gesunden Greifvögeln im Zeitraum März bis Mai (Mäusebussard aus Cramp 1980, Rot- und Schwarzmilan aus Glutz von Blotzheim et al. 1971). Angegeben sind die Spanne, der Mittelwert und in Klammern die Anzahl für ♂ und ♀. Sex ? = unbestimmt. – *Body mass (g) of poisoned raptors, compared with data from the literature of healthy raptors during March and May. The range, mean and, in parentheses, the number of individuals is given. Sex ? = sex not determined.*

Art	Sex	Gewicht Giftopfer (g)			Gewichte nach Literatur (g)		
		Min.–Max.	Mittel	n	Min.–Max.	Mittel	n
Mäusebussard <i>Buteo buteo</i>	?	710, 695		(2)			
	♂	595–760	669	(8)	552–846	732	(17)
	♀	750–1040	832	(8)	486–1197	881	(19)
Rotmilan <i>Milvus milvus</i>	?	970–1010	988	(3)			
	♂	880, 710		(2)	757–1045	912	(7)
	♀				977–1284	1119	(10)
Schwarzmilan <i>Milvus migrans</i>	?	675–905	791	(5)			
	♂	730–930	840	(3)	630–928	807	(16)
	♀	780, 880		(2)	750–941	850	(14)

Waadt – die Kantone mit den grössten behandelten Anbauflächen auch die Kantone sind, aus denen Funde gemeldet wurden. Aus Kantonen, deren Böden kaum mit einem Nematizid-Insektizid behandelt werden, liegen keine Meldungen vor (z.B. Genf und Wallis, Granulatanwendung 0% bzw. 8,2%).

2.3. Zusammenhang zwischen Wetter und Vergiftungsfällen

Da Regenwürmer hauptsächlich bei nasser Witterung an der Erdoberfläche auftreten, untersuchten wir, ob ein Zusammenhang zwischen Regenfall und dem Auftreten der Vergiftungsfälle besteht.

Dazu wurde die Summe der Niederschlagsmenge des Fundtages und der beiden vorausgegangenen Tage für die Vergiftungsfälle aus den Kantonen Aargau, Zürich, Schaffhausen und Thurgau berechnet. Für jeden Fund wurde die nächstgelegene Wetterstation verwendet. Die beiden Tage vor dem Fundtag wurden eingeschlossen, da die vergifteten, toten Regenwürmer einige Tage auf dem Acker liegen bleiben und gefressen werden können. Ausserdem entspricht das Funddatum der Totfunde nicht immer dem Todesdatum. Die Greifvögel waren teilweise nicht frisch tot.

Bei 95,7 % der Tot- und bei 91,7 % der Lebendfunde hatte es am Fundtag und/oder an den beiden vorhergehenden Tagen geregnet, während der Erwartungswert aufgrund aller Tage und Jahre des entsprechenden Zeitraumes nur 78 % beträgt (Tab. 3; Unterschiede signifikant, $p < 0,05$, χ^2 -Anpassungstest).

Tab. 3. Prozentsatz der Tage mit Niederschlägen am Fundtag oder an den beiden vorhergehenden Tagen (a) für den gesamten Zeitraum vom 13. 3.–15. 6. 1980 bis 1993, gewichtet nach der Häufigkeit der Fundorte der Vergiftungsfälle (Erwartungswert), (b) für lebend gefundene, vergiftete Greifvögel und (c) für Totfunde mit Vergiftungssymptomen. In Klammern: Anzahl Funde. – *Percentage of days with rainfall during the day of recovery or the two previous days (a) for all days between 13 March and 15 June 1980–1993 (expected value), (b) for poisoned raptors found alive and (c) for poisoned raptors found dead.*

	Tage mit Regen		Tage ohne Regen	
	(%)	(n)	(%)	(n)
(a) alle Jahre	78,0		22,0	
(b) Lebendfunde	91,7	(33)	8,3	(3)
(c) Totfunde	95,7	(22)	4,3	(1)

2.4. Beobachtungen zum Auftreten von Regenwürmern nach Carbofurananwendung

Auf dem Zuckerrübenacker in der Gemeinde Inwil (LU) wurde am 10. April 1992 Carbofuran ausgebracht. Vom 7. 4. bis zum 16. 4. war der Boden nur leicht feucht, und es wurden pro Quadrat bis etwa 5 cm Tiefe durchschnittlich 3,8–7,6 Regenwürmer gezählt. Am 21. 4. war der Boden so feucht, dass sich das Granulat zu zersetzen begann. An diesem Tag sowie am 28. 4. und 4. 5., wurden mehr Regenwürmer (9,0/9,0/11,5) gezählt und auch tote Regenwürmer beobachtet. Am 4. 5. wurden Regenwürmer auf der Erdoberfläche beobachtet, die Hautveränderungen aufwiesen.

3. Diskussion

3.1. Bedeutung von Carbofuranvergiftungen

Die Liste der vergifteten Vögel, die im Freiland Opfer von Carbofuran-Anwendung durch die Landwirtschaft geworden sind, umfasst Enten, Gänse, Greif-, Wat- und Singvögel (Balcomb 1983, Balcomb et al. 1984, Flickinger et al. 1980, Dietrich et al. 1995, Stinson et al. 1994) und hängt vom Untersuchungsgebiet und den Kulturen ab. In Nordamerika z. B. wird Carbofuran auf Reisfeldern angewendet. So trifft die Anwendung anfangs Mai an der Golfküste zahlreiche Limikolen sowie Zugvögel, die die überfluteten Reisfelder aufsuchen. Wird Carbofuran erst im Juni ausgebracht, werden vor allem Wasservögel und Singvögel, die sich in den Reisfeldern ernähren, geschädigt (Flickinger et al. 1980).

Die relativ kleine Fundzahl dieser Studie von 93 Greifvögeln in 13 Jahren sollte nicht dazu verleiten, das Problem der «Frühlingsvergiftungen» zu unterschätzen. Die Dunkelziffer der vergifteten Greifvögel dürfte aus vier Gründen sehr hoch sein.

Erstens zeigten Arbeiten über die Sucheffizienz, dass nicht immer alle (45–100 %) Kadaver, die auf einem frisch angesäten Maisfeld plaziert worden waren, nachher auch gefunden wurden. Viele Kadaver (4–92 %), insbesondere die kleinen Singvögel, verschwinden durch Aasfresser (zusammengefasst in Mineau &

Collins 1988). Dies würde auch erklären, warum uns keine Singvögel gemeldet worden sind.

Zweitens wurden die Felder in unserer Studie nicht systematisch abgesucht. Es handelte sich durchwegs um Zufallsfunde.

Drittens werden zufällig gefundene Vögel nur zu einem kleinen Teil der Vogelwarte oder einer Pflegestation gemeldet. Das gilt besonders für tote Vögel. Genaue Berechnungen der Anzahl der betroffenen Greifvögel sind daher unmöglich. Balcomb et al. (1984) schätzten die Mortalität von Vögeln durch granuläres Carbofuran auf Maisfeldern in den USA auf 400 000 bis über 1 Million pro Jahr.

Viertens werden die Vergiftungssymptome meist nicht erkannt, wenn ein Vogel nicht an eine Fachstelle weitergeleitet wird.

Die Auswirkung der Carbofuranvergiftungen ist um so schwerwiegender, als die Vergiftungen in die Brutzeit fallen und somit die Greifvogelpopulation beeinträchtigen können. Stirbt ein Altvogel, kommt wohl auch die Brut um.

3.2. Geographisches Auftreten der Vergiftungsfälle

Ein Vergleich der Häufigkeit der gemeldeten Fälle und der Zuckerrüben- bzw. Maisanbaufläche nach Kantonen zeigt eine gute Übereinstimmung. Eine Ausnahme bildet der Kanton Waadt, der die weitaus grösste Zuckerrübenanbaufläche (3978 ha, mit Carbofuran behandelt 1628 ha) und eine der grössten Maisanbauflächen (9241 ha) hat, aus dem aber bis 1992 kein einziger Fund vorliegt (auf Anfrage bei der Vogelpflegestation von J.-C. Daize in Etoy). Erst 1994 wurden uns zwei Rotmilane und drei Mäusebussarde mit Verdacht auf Carbofuranvergiftung gemeldet.

Die hohe Zahl von Fundmeldungen aus den Kantonen Aargau, Zürich und Luzern haben sicherlich auch eine methodische Ursache. Zum einen stammt ein Grossteil der Meldungen von der Vogelpflegestation in Berg am Irchel, der vor allem die Funde aus den Kantonen Aargau und Zürich zugesandt werden. Zum anderen scheinen Bauern aus der Nachbarschaft der Vogelwarte Sempach (LU) eher Meldungen zu machen als weiter entfernte.

3.3. Auftreten der Vergiftungsfälle in Abhängigkeit vom Wetter nach Carbofuranapplikation

Wie Kropf- und Magenuntersuchungen gezeigt haben, hatten die vergifteten Greifvögel Regenwürmer gefressen. Regenwürmer kommen bei nasser Witterung an die Erdoberfläche und sind auf frisch gepflügten oder angesäten Äckern eine leichte Beute. Bei Regen löst sich aber auch das Granulat im Boden auf, so dass Regenwürmer, die an die Erdoberfläche treten, Carbofuran aufgenommen haben und Granulat an ihnen haftet. Von den toten Regenwürmern, die von unserem Versuchsacker gesammelt worden sind, konnte bei der ersten Stichprobe vom 11. April Carbofuran nachgewiesen werden, dann wieder bei den Individuen vom 28. April und vom 4. Mai, also nachdem sich das Granulat nach Regenfällen aufgelöst hatte (Dietrich et al. 1995). Das bedeutet, dass die Wirkung des Carbofuran auf Vögel nicht nur unmittelbar nach Ausbringen des Granulats, sondern auch erst Wochen danach auftreten kann.

In den Regenwürmern der letzten Stichprobe vom 30. Juli 1992 war kein Carbofuran mehr nachweisbar, da es bis zu diesem Zeitpunkt offensichtlich weitgehend im Boden abgebaut worden war.

Das zahlreiche Auftreten von Regenwürmern auf der Oberfläche nach Regen beobachteten auch Balcomb et al. (1984). Die Hautläsionen der Regenwürmer, die auch bei den Würmern unseres Versuchsackers sowie an einem Teil der Fundorte beobachtet wurde, führten sie auf die anhaftenden Carbofurangranulate zurück.

Diesen Beobachtungen und Analysen entsprechend wurden die meisten unserer Funde während der Jahreszeit der Carbofurananwendung und nach Regenfällen gemacht. Später im Jahr wurden keine Funde mehr gemeldet. Carbofuran wird innerhalb von wenigen Wochen im Boden durch Mikroorganismen abgebaut oder hydrolysiert und ist daher nicht mehr nachweisbar. Ausserdem ist es für die Greifvögel schwieriger, in hoher Vegetation Regenwürmer zu finden als auf nacktem Boden.

3.4. Schlussfolgerung und Ausblick

Die Symptome, der Krankheitsverlauf, der gute Ernährungszustand, die Jahreszeit, der häufige Fundort Rüben- oder Maisacker und die Tatsache, dass die Greifvögel Regenwürmer in Kropf und/oder Schnabel hatten, stützen die Hypothese, dass die meisten der uns gemeldeten Fälle sekundär Opfer einer Vergiftung geworden waren. Da nur bei 8 Greifvögeln Carbofuran im Mageninhalt toxikologisch nachgewiesen worden ist, lässt sich nicht ausschliessen, dass ein Teil der gemeldeten Greifvögel, die nicht auf einem Carbofuran behandelten Acker gefunden worden waren, Opfer eines anderen Pestizids wie dem im Zuckerrübenbau häufig angewendeten Aldicarb Temik und dem Organophosphat Terbufos geworden sind. Da beide Pestizide die gleiche Wirkungsweise haben wie Carbofuran, würden die oben gemachten Aussagen über Carbofuran nicht widerlegt, wenn eines dieser beiden Pestizide die Todesursache wäre. Carbofuran stünde dann höchstens stellvertretend für diese 3 Inhibitoren der B-Esterasen.

Laut Fachstelle für Zuckerrübenanbau ist das Problem der Vergiftungsfälle durch Carbofuran bekannt und das Interesse an einem alternativen Insektizid entsprechend gross. Seit 1995 wird nun das neu zugelassene Mittel Gaucho® mit dem insektiziden Wirkstoff Imidacloprid angewendet. Es ist ein Saatbeizmittel, das Insekten wie Erdflöhe, Blattläuse, Moosknopfkäfer und Drahtwürmer bekämpft, Nützlinge aber schon, auf Regenwürmer also nicht toxisch wirkt. Der Marktanteil von Gaucho® beträgt bereits 70 % und hat offensichtlich Carbofuran als Insektizid im Zuckerrübenanbau abgelöst. Carbofuran wird im Zuckerrübenanbau nur noch auf einer kleinen Fläche (Kap. 2.1.) als Nematizid eingesetzt. Neue nematizide Wirkstoffe sind in Prüfung und dürften in den nächsten Jahren auf dem Markt erscheinen. Auf Maisäckern werden immer noch Granulate, die Carbofuran enthalten, als Insektizid angewendet. Es ist zu hoffen, dass auch hier neue Wirkstoffe gefunden werden.

Dank. Ganz herzlich danken möchten wir: Frau V. von Stockar, die uns stets zuvorkommend und umfassend mit Datenmaterial über Vergiftungsfälle informierte und sich sehr für dieses Projekt engagierte, Herrn H. Bachmann für die Mitarbeit bei der Feldarbeit, Herrn F. Bigler, von der Forschungsanstalt für Landwirtschaftl. Pflanzenbau, Zürich, der Landwirtschaftsdirektion des Kantons Luzern, der Zentralstelle für Pflanzenschutz St. Gallen und der Direktion der Volkswirtschaft des Kantons Zürich für die Auskünfte über Granulateinsatz beim Maisanbau, Herrn R. Buchmann für die Erlaubnis, die Regenwurmzählungen auf seinem Acker durchführen zu dürfen, Frau U. Felix von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt für die Bereitstellung der Wetterdaten, Frau G. Hilke für das Erstellen der Abbildungen, Herrn S. Jenni von der Schweizerischen Fachstelle für Zuckerrübenanbau für die Bereitstellung der Daten über den Granulateinsatz, den Herren B. Bruderer, L. Jenni, S. Jenni, G. Joermann und L. Schifferli für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und den vielen Melderinnen und Meldern, ohne deren Beobachtungen diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. Das Projekt wurde durch das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL finanziell unterstützt.

Zusammenfassung

Von 1980 bis 1993 wurden 93 Greifvögel (Mäusebusarde *Buteo buteo*, Schwarzmilane *Milvus migrans* und Rotmilane *Milvus milvus*), die Symptome der sogenannten «Frühlingsvergiftungen» zeigten, an die Vogelwarte oder an die Pflegestation in Berg am Irchel gemeldet. Die Greifvögel wurden im Frühling, tot oder mit für Carbofuranvergiftungen typischen Symptomen und meist auf Rüben- und Maisfeldern, gefunden. Sie hatten – soweit feststellbar – Regenwürmer gefressen. Die Analyse der Kropfinhalte von acht Mäusebusarden zeigte, dass alle Regenwürmer das Insektizid-Nematizid Carbofuran enthielten. Dieses Granulat wurde bzw. wird in der Schweiz auf Zucker-, Futterrüben- und Maisfeldern vor allem zur Bekämpfung von Drahtwürmern angewendet. Es ist bekannt, dass es auch auf Vögel eine hohe toxische Wirkung hat.

Es konnte ferner gezeigt werden, dass die Vergiftungsfälle fast nur nach Regentagen auftraten, dann nämlich, wenn sich das Granulat aufgelöst hatte und die Regenwürmer in grosser Zahl an die Erdoberfläche kamen. Die geographische Verteilung der Funde entsprach ungefähr derjenigen der behandelten Zuckerrüben- und Maisanbaufläche (ausser Waadt). Der Schluss liegt demnach nahe, dass wohl die meisten der uns gemeldeten Greifvögel Opfer des Insektizid-Nematizids Carbofuran waren.

Literatur

- Anon. (1986): Eidgenössische Betriebszählung 1985. Kulturland nach Gemeinden, Band 5. Bundesamt für Statistik, Schweiz, Bern 1986.
- Anon. (1992): Eidgenössische Landwirtschafts- und Gartenbauzählung 1990, Kulturland nach Gemeinden, Band 3. Bundesamt für Statistik, Schweiz, Bern 1992.
- BALCOMB, R. (1983): Secondary poisoning of Red-shouldered Hawks with Carbofuran. *J. Wildl. Manage.* 47: 1129–1132.
- BALCOMB, R., C. A. BOWEN, D. WRIGHT & M. LAW (1984): Effects on wildlife of AT-planting corn applications of granular carbofuran. *J. Wildl. Manage.* 48: 1353–1359.
- CRAMP, S. (1980): Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Volume II, Hawks to Bustards. Oxford, London, New York.
- DIETRICH, D. R., P. SCHMID, U. ZWEIFEL, CH. SCHLATTER, S. JENNI-EIERMANN, H. BACHMANN, U. BÜHLER & N. ZBINDEN (1995): Mortality of birds of prey following field application of granular Carbofuran: a case study. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 29: 140–145.
- FLICKINGER, E. L., K. A. KING, W. F. STOUT & M. M. MOHN (1980): Wildlife hazards from Furadan 3G applications to rice in Texas. *J. Wildl. Manage.* 44: 190–197.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., K. M. BAUER & E. BEZZEL (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Frankfurt a.M.
- JOERMANN, G. (1992) Die Toxikologie von Organophosphaten und Carbamaten bei Vögeln. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem: Pflanzenschutzmittel und Vogelgefährdung. Heft 280: 139–145.
- MINEAU, P. & B. T. COLLINS (1988) Avian Mortality in Agro-Ecosystems. 2. Methods of Detection. BCPC Mono. Environmental Effects of Pesticides 40: 13–40.
- PEAKALL, D. B. (1985) Behavioral responses of birds to pesticides and other contaminants. *Residue Reviews*, New York, 96: 45–72.
- STINSON, E. R., L. E. HAYES & D. H. WHITE (1994) Carbofuran affects wildlife on Virginia corn fields. *Wildl. Soc. Bull.* 22: 566–575.

Manuskript eingegangen 10. Juli 1995

Bereinigte Fassung angenommen 1. Dezember 1995