

# JOURNAL FÜR ORNITHOLOGIE

Band 128

1987

Nr. 3

*J. Orn.* 128, 1987: S. 277–290

Gefördert mit Hilfe von Forschungsmitteln des Landes Niedersachsen

## Chlorierte Kohlenwasserstoffe in Eiern und Lebern von Saatkrähen (*Corvus frugilegus*) aus niedersächsischen Brutkolonien

Von Martin Beyerbach, Annegret Büthe, Walter A. Heidmann, Rainer Dettmer  
und Hermann Knüwer

### Einleitung

Vogelarten, die in Kolonien brüten, bieten günstige Voraussetzungen, die Kontamination mit einzelnen chemischen Substanzen in einem umschriebenen Areal untersuchen zu können. Die zumindest im Sommerhalbjahr — großräumig betrachtet — kaum wechselnden Aktionsräume der Individuen ermöglichen bei einer Untersuchung mehrerer Kolonien, regionale Verschiedenheiten zu prüfen und auf die Situation im Umkreis der Koloniestandorte zu schließen (DRESCHER-KADEN 1979).

Die Schwermetallanalysen an 45 Nestlingen einer polnischen Saatkrähenkolonie (PINOWSKA et al. 1981) geben zwar erste Hinweise auf den Kontaminationsgrad, erlauben aber ohne Vergleichsmaterial keine weitergehenden Schlußfolgerungen. In Südwestschweden ließ sich der Rückgang der Brutbestände 1955–1967 mit der vermehrten Anwendung alkylquecksilberhaltiger Saatgutbehandlungsmittel in Zusammenhang bringen (MALMBERG 1973). Hingegen könnten die nach 1959 vermehrten Totfunde in weiten Teilen Englands auf den Einfluß chlorierter Kohlenwasserstoffe zurückzuführen sein (RATCLIFFE 1965, DOBBS 1964). Auch Eischalenverdünnungen als Folge der Einwirkungen von chlorierten Kohlenwasserstoffen konnten in Großbritannien nachgewiesen werden (RATCLIFFE 1970).

Für die Bundesrepublik liegen bisher keine systematisch gewonnenen Untersuchungsergebnisse, sondern lediglich Stichproben vor (OELKE & RÜSSEL 1980, SCHNEIDER 1976). Eine Teilauswertung der dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten veröffentlichte HEIDMANN (1985).

## Material und Methode

### Koloniestandorte und Probenentnahme

Die Entwicklung des Saatkrähenbestandes in den niedersächsischen Kolonien ist gut dokumentiert (HECKENROTH unveröff.). Aus fünf Kolonien (Abb. 1) wurden 1982 und 1983 98 Eier und 112 Nestlinge unterschiedlichen Alters gesammelt und analysiert. Die Auswahl der Kolonien richtete sich nach möglichst unterschiedlichem Kolonieufernd, der Erreichbarkeit der Nester sowie der Brutpaarzahl. 1982 wurden während der Brutzeit die Nahrungsflächen kartiert. Während der Brütephase wurden etwa 2–2,5 km von der Kolonie entfernt liegende Flächen angeflogen. Später vergrößerten sich die Distanzen auf 3,5–4,5 km. Auffällige Verschiebungen der Aktionsräume waren bei stichprobenartigen Kontrollen 1983 nicht festzustellen.

Alle Kolonien befinden sich am Stadtrand bzw. in Ortsrandlage. Als Nahrungsflächen werden hauptsächlich Grünlandereien aufgesucht, die jedoch verschiedene hohe Anteile an der insgesamt beflogenen Fläche einnehmen. Die wenigsten Grünlandgebiete und entsprechend hohe Ackerlandanteile befinden sich im Umkreis der Kolonien „Hoya“, „Hameln“ und „Mecklenheide“. Allerdings beflogen die Saatkrähen aus „Mecklenheide“ wegen der dichten Bebauung

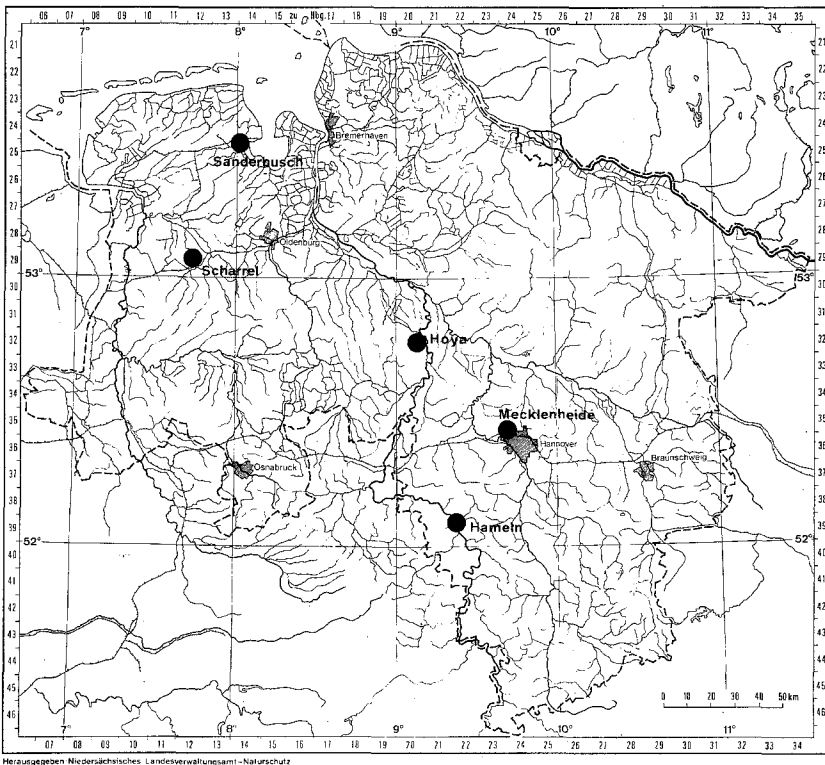


Abb. 1. Lage der Saatkrähenkolonien, aus denen Proben entnommen wurden. — Sites of rookeries monitored.

ein vergleichsweise kleines Areal. Das Umland der Kolonien „Sanderbusch“ und „Scharrel“ setzt sich hingegen überwiegend aus Grünlandflächen zusammen. Bei der Kolonie „Scharrel“ handelt es sich darüberhinaus um die einzige niedersächsische Kolonie in einem Gebiet mit anmoorigen Böden. Für die Kolonien „Mecklenheide“ bzw. „Sanderbusch“ ist vor allem auch ihre Nachbarschaft zu großflächigen Industrie- und Gewerbeflächen in näherer bzw. weiterer Umgebung kennzeichnend. Alle übrigen Kolonien lassen sich als „industriefern“ charakterisieren (Tab. 1).

Tab. 1. Brutbestand, Standortcharakterisierung und Anzahl Proben. — Number of breeding pairs, locality and number of samples monitored.

Kolonie	Anzahl Brutpaare		Charakterisierung des Koloniefeldes	Eier		Anzahl Proben					
	82	83		82	83	Σ	NJ		NA		Σ
Sanderbusch	105	137	„industrienah“	12	6	18	5	—	7	8	20
Scharrel	362	366	„industriefern und wenig intensiv landwirtschaftlich genutzt“	8	11	19	6	—	6	10	22
Hoya	258	254	„industriefern und intensiv landwirtschaftlich genutzt“	10	11	21	8	6	8	6	28
Mecklenheide	61	73	„industrienah“	15	15	30	5	4	13	12	34
Hameln	45	38	„industriefern und intensiv landwirtschaftlich genutzt“	10	—	10	3	—	5	—	8
Total	831	868		55	43	98	27	10	39	36	112

Die Brutpaarzahl stieg von 1979 bis 1985 auf etwa das Doppelte; mit Ausnahme der kleinen Kolonie „Hameln“ nahmen alle Kolonien in diesem Zeitraum deutlich zu (in „Hameln“ wurden 1983 keine Proben entnommen).

Eier bzw. Jungvögel stammen jeweils aus verschiedenen Nestern einer Kolonie. Wie für andere Arten belegt (z. B. CONRAD 1977, NEWTON & BOGAN 1978, NEWTON 1981) dürften auch bei der Saatkrähe die Unterschiede in der Belastung innerhalb einer Brut geringer sein als zwischen verschiedenen Brutten. Die Rückstandsgehalte einer Probe sind also wahrscheinlich repräsentativ für die gesamte Brut. Eine Einteilung der Nestlinge in zwei Altersgruppen, NJ (bis zu 2 Wochen alt) und NA (älter), sollte Tendenzen der Konzentrationsveränderung während der Jungvogelentwicklung erkennen lassen. Außerdem wurden 36 zufällig im Winter 1983/84 an verschiedenen Stellen Niedersachsens tot aufgefundene Saatkrähen untersucht. Diese wohl überwiegend aus östlichen Gebieten stammenden Krähen erlauben Vergleiche mit Saatkrähennestlingen aus niedersächsischen Kolonien.

#### Analysenmethode

Die Analysenvorbereitung wurde analog zu STEINWANDTNER (1983) durchgeführt. Die Trennung der Stoffe erfolgte mit Hilfe der Kapillargaschromatographie; als Detektor diente ein Massenspektograph (ausführliche Beschreibung BÜTHE & HEIDMANN 1986 sowie BECKER et al. 1985). Zum Verfahren zur Aufschlüsselung der Rückstände nach nieder- bzw. hochchlorierten PCB siehe HEIDMANN (1986).

Untersucht wurden folgende chlororganische Verbindungen: HCH-Isomere ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -HCH = Lindan), Hexachlorbenzol (HCB), Dieldrin, Endrin, DDT und Metaboliten (=  $\Sigma$  DDT

≙ p-, p'-DDT + p-, p'-DDE + p-, p'-DDD) sowie polychlorierte Biphenyle (PCB). Die o-, p'-Isomere des DDT, DDD und DDE werden in Vögeln nicht gefunden. Die Konzentrationsangaben für Eihalte und Lebergehalte sind angegeben in mg/kg (= ppm) Frischgewicht. Für die Umrechnung in andere Angaben siehe BECKER et al. (1985) und BAUM (1981); bei der Umrechnung von Lebergehalt zum Fettgehalt gilt als Faustregel: Fettgehalt = Lebergehalt x 15.

### Statistische Auswertung

Da einige Kombinationen der zu prüfenden drei Einflußfaktoren (Ort, Entwicklungsstand, Jahr) nicht oder nur mit wenigen Proben besetzt sind (Tab. 1), konnte das Datenmaterial nicht mit einer alle Faktoren umfassenden 3-faktoriellen Varianzanalyse ausgewertet werden. Die theoretisch mögliche Form der Auswertung mittels der (Koeffizienten-) Anpassung der Daten an ein linear-additives Modell wurde verworfen, weil die Ergebnislisten — insbesondere, wenn Wechselwirkungen vorliegen — sehr schwierig les- und interpretierbar sind. Zugunsten der leichteren interdisziplinären Zusammenarbeit wurde deshalb auf optimale Auswertungseffizienz (im Sinne von Trennschärfe) verzichtet, was u. a. auch deshalb vertretbar ist, weil schon der Informationsgehalt der 1-faktoriellen Varianzanalysen und deren Vielzahl gemeinsam mit den 2-fakt. VAs einer 3-fakt. VA an Effektivität kaum nachsteht. Die Verrechnung erfolgte deshalb mit zahlreichen ein- und zweifaktoriellen Varianzanalysen. Die Ergebnisse sind in Form von dreifach gegliederten Graphiken dargestellt (Säulenhöhen entsprechen Mittelwerten).

In der Diskussion werden nur Einflüsse besprochen, die zumindest in der Hälfte der Untermengen, innerhalb derer der Effekt eines Einzelfaktors geprüft wurde, signifikante Wirkung auf die Schadstoffkonzentration zeigten.

So lassen sich z. B. die Differenzen zwischen den Kolonien innerhalb von 6 Untermengen (2 Jahre u. 3 Entwicklungsstadien) jeweils auf der Basis eines bestimmten Jahres und eines bestimmten Entwicklungsstadiums mit Hilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse miteinander vergleichen. Zusätzlich läßt sich für jeden der drei Entwicklungsstadien eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Jahr und Kolonie und für jedes Jahr eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Kolonie und Entwicklungsstadium durchführen. Da nicht immer genügend Proben aus beiden Jahren und allen Entwicklungsstadien vorlagen, kann bei allen Varianzanalysen (6 einfaktorielle und 5 zweifaktorielle) zur Prüfung des Ortseinflusses nicht immer der Vergleich zwischen allen 5 Orten (= Kolonien) gezogen werden. Die Differenzen sind bei diesen 11 Analysen dann natürlich stets etwas unterschiedlich.

Entsprechend umgekehrt wurde bei der Prüfung der Einflüsse der Jahre und Entwicklungsstadien verfahren, wodurch die Anzahl der durchgeführten Varianzanalysen und Mittelwertvergleiche sehr groß und somit auch recht unübersichtlich wird. Auf eine ausführliche Darstellung der einzelnen Testergebnisse wird deshalb verzichtet.

Die Konzentrationen, umgerechnet in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (ppb), wurden logarithmisch transformiert, um eine bessere Erfüllung der Normalitätsbedingungen für die Varianzanalyse und ein näheres Beieinanderliegen von arithmetischem Mittel, Zentralwert und Dichtemittel zu erreichen. Mittelwertberechnung und Mittelwertvergleich (t-Test und Scheffé-Test) wurden somit auf Basis der dekadischen Logarithmen vollzogen. Lagen die Konzentrationen in Einzelproben unterhalb der Nachweisgrenze von etwa 1 ppb wurde als Stellvertreter der Wert 1 ppb gewählt; diese Messungen gehen in die Varianzanalyse also mit dem Wert Null ein. Innerhalb der insgesamt 25 Stichproben (9 für das Ei, 7 für NJ und 9 für NA — vgl. Tab. 1) variieren die Einzelwerte stets etwas unterschiedlich. In Tabelle 2 sind deshalb die mittleren Standardabweichungen innerhalb der Stichproben (getrennt nach den Entwicklungsstadien) angegeben.

Tab. 2. Mittlere Standardabweichungen der dekadisch logarithmierten Konzentrationen. — Average standard deviations of the decadic logarithms of concentrations.

Stoff	Eier	Nestlinge		ad.
		NJ	NA	
niedrigchl. PCB	0,66	0,94	0,53	0,64
hochchl. PCB	0,34	0,48	0,44	0,85
Σ PCB	0,30	0,51	0,39	0,55
HCB	0,38	0,47	0,40	0,66
β-HCH	0,57	0,67	0,44	0,63
Lindan	0,53	0,57	0,42	0,82
Σ DDT	0,29	0,37	0,27	0,54

Aus den Abbildungen lassen sich die Differenzen der mittleren Schadstoffkonzentrationen zwischen den Jahren und Entwicklungsstufen relativ leicht ablesen (Abb. 2–6). Schwieriger ist der Vergleich zwischen den Kolonien. Während das Schadstoffspektrum im Ei von der Belastung der Überwinterungsgebiete beeinflusst sein dürfte, geben die Nestlinge — insbesondere die älteren — Auskunft über die Belastung des Kolonieu mfeldes. Nach den Stichprobenwerten lassen sich die Kolonien in eine Reihenfolge bringen, von der angenommen werden darf, daß sie mit der tatsächlichen Rangfolge in der Belastung zumindest gut übereinstimmt. Da diese Reihenfolge je nach Jungvogelstadium und Jahr oft etwas unterschiedlich ist, und sich auch nicht alle Kolonien auf der Basis gleicher Jahre vergleichen lassen, wird die Rangfolge ohne Berücksichtigung der Größe der Differenzen und deren statistischer Signifikanz angegeben.

Die Klinik für Geflügel der Tierärztlichen Hochschule Hannover (Prof. O. SIEGMANN, Dr. G. GLÜNDER) übernahm die Vorbereitung der Proben für die chemische Analyse, das Institut für Biometrie und Statistik ermöglichte die Benutzung seiner EDV-Anlage, die Staatliche Vogelschutzwarte des Landes Niedersachsen stellte Datenmaterial über die Saatkrähe in Niedersachsen zur Verfügung. Herr Prof. H. A. RÜSSEL bemühte sich, stets alle Hindernisse bei der Durchführung des Projektes beiseite zu räumen. Herr Dr. R. LÖHMER sah das Manuskript durch. Allen Genannten sei für ihre Unterstützung gedankt. Unser besonderer Dank gilt aber den Feuerwehren vor Ort, ohne deren Hilfe die Probenentnahme nicht möglich gewesen wäre.

### Ergebnisse

#### Hochchlorierte PCB (Abb. 2)

1983 waren die Konzentrationen allgemein etwas geringer als 1982, insbesondere bei den Nestlingen aus „Hoya“, obwohl die Eier 1983 höhere Werte aufwiesen. Eine Anreicherung vom jungen zum alten Nestling ist wegen der geringen Probenzahl 1983 nicht erkennbar. Adulte mit im Durchschnitt geringeren Gehalten stammten allerdings aus wohl weniger mit PCB belasteten östlichen Regionen.

Die Reihung der Kolonien ergibt Mecklenheide > Sanderbusch > Hoya > Hameln = Scharrel. Somit waren die Proben aus industrienahen Kolonien deutlich höher belastet als Proben aus mehr landwirtschaftlich genutzten Gebieten.

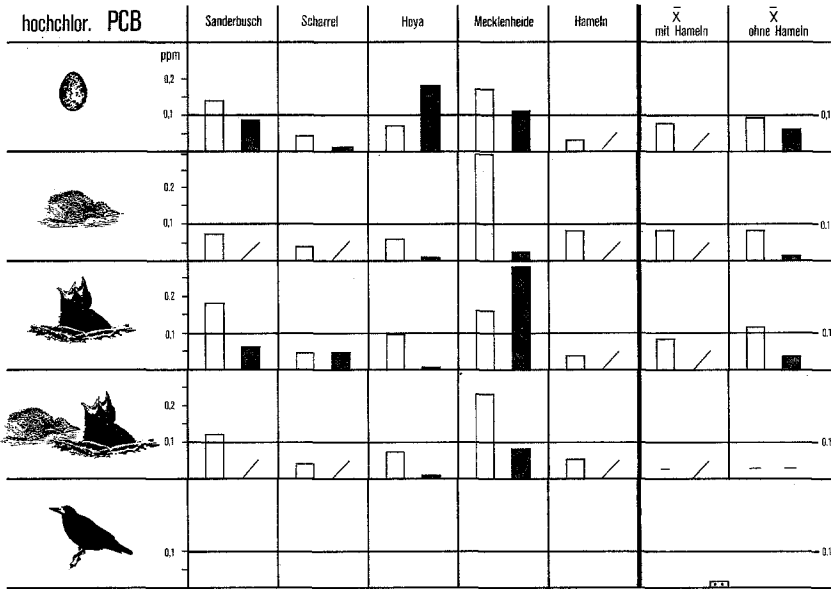
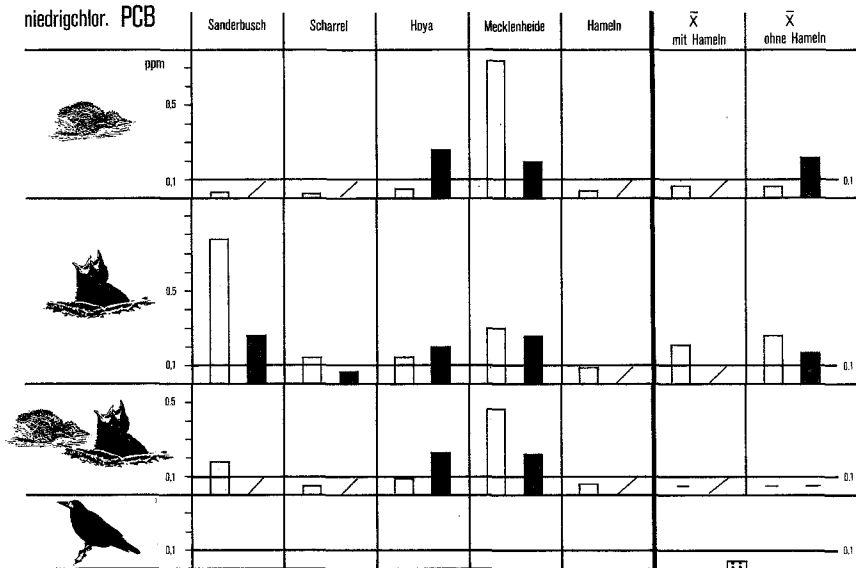


Abb. 2. Mittlere Konzentrationen an hochchlorierten (oben) und niedrigchlorierten (unten) PCB; Angaben in ppm (mg/kg) bezogen auf Frischgewicht des Eiinhaltes bzw. der Leber; weiße Säulen: 1982; schwarze Säulen: 1983; U. N.: unterhalb Nachweisgrenze — Concentrations of high chlorinated (top) and lower chlorinated (bottom) PCBs in egg content and liver given in ppm (mg/kg), wet weight basis; white columns: 1982; black columns: 1983; U. N.: below detection limit.



### Niedrigchlorierte PCB (Abb. 2)

Ein deutlicher Unterschied zwischen 1982 und 1983 ist nicht zu erkennen, insbesondere nicht in „Hoya“. Bei einem Jahresvergleich ergibt sich eine Zunahme des Anteils bei gleichbleibender Gesamtsumme PCB („Hoya“) oder ein gleichbleibender Anteil bei abnehmender Gesamtsumme.

Die Konzentrationen der Eier lagen nur wenig über der Nachweisgrenze. Im Mittel über alle Orte waren die Lebern der jungen Nestlinge etwa 20mal so hoch belastet wie die Eier; die Mittelwerte der alten Nestlinge erreichten oft sogar mehr als das 100fache. Die Adulten lagen etwas unterhalb des Niveaus der Nestlinge.

Der Anteil des niedrigchlorierten PCB an der PCB-Gesamtmenge betrug im Ei rund 16 %, beim NA rund 72 % (63 % bei den Adulten). Die von HEIDMANN (1985) berichtete Anreicherung von PCB im Jungvogel ist somit ausschließlich auf die niedrigchlorierten PCB zurückzuführen.

Die Rangfolge der einzelnen Kolonien nach hoch belasteten Nestlingen gleicht jener der hochchlorierten PCB. Unter den relativ niedrig belasteten Eiern (0,002–0,007 ppm) fällt lediglich der Ort Hameln durch erhöhte Werte auf (0,02 ppm). Dies ist besonders deshalb erwähnenswert, weil die Nestlinge hier verhältnismäßig wenig belastet sind.

Wie erwartet sind die Differenzen zwischen den Konzentrationen in den Eiern und Nestlingslebern — die als Maß für die Zunahme am Ort gelten können — in den hochbelasteten Kolonien „Mecklenheide“ und „Sanderbusch“ deutlich größer als etwa in „Hameln“ oder „Scharrel“.

### Hexachlorbenzol (HCB) (Abb. 3)

Bei den Eiern und auch noch bei den NJ lagen die Werte von 1983 niedriger als 1982, bei den NA z. T. nicht mehr. Vielleicht hat die Abnahme nur in den Überwinterungsgebieten stattgefunden, nicht in Niedersachsen. 1982 waren die NA größtenteils geringfügig niedriger als die NJ und diese etwas niedriger als die Eier belastet. 1983 scheinen hingegen die (älteren) etwas höher belastet als das Ei. In beiden Jahren ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

In „Scharrel“ und „Hameln“ ist eine Abnahme vom Ei zum alten Nestling feststellbar, während in „Sanderbusch“ und „Hoya“ Ei und NA etwa gleich hoch belastet sind. Bei den untersuchten Adulten liegen die HCB-Rückstände etwa doppelt so hoch wie bei Nestlingen. Dies könnte auf eine langsame Akkumulation des HCB im Individuum hinweisen.

Da die Unterschiede in den HCB-Konzentrationen bei kleinen Gehalten nur gering sind, muß die Reihenfolge in der Belastung der einzelnen Kolonien — Mecklenheide > Sanderbusch > Hoya > Hameln > Scharrel (summiert über alle Entwicklungsstadien) — vorsichtig gewertet werden.

### $\beta$ -HCH (Abb. 4)

In vielen Proben lag die  $\beta$ -HCH-Konzentration unterhalb der Nachweisgrenze von 0,001 ppm.

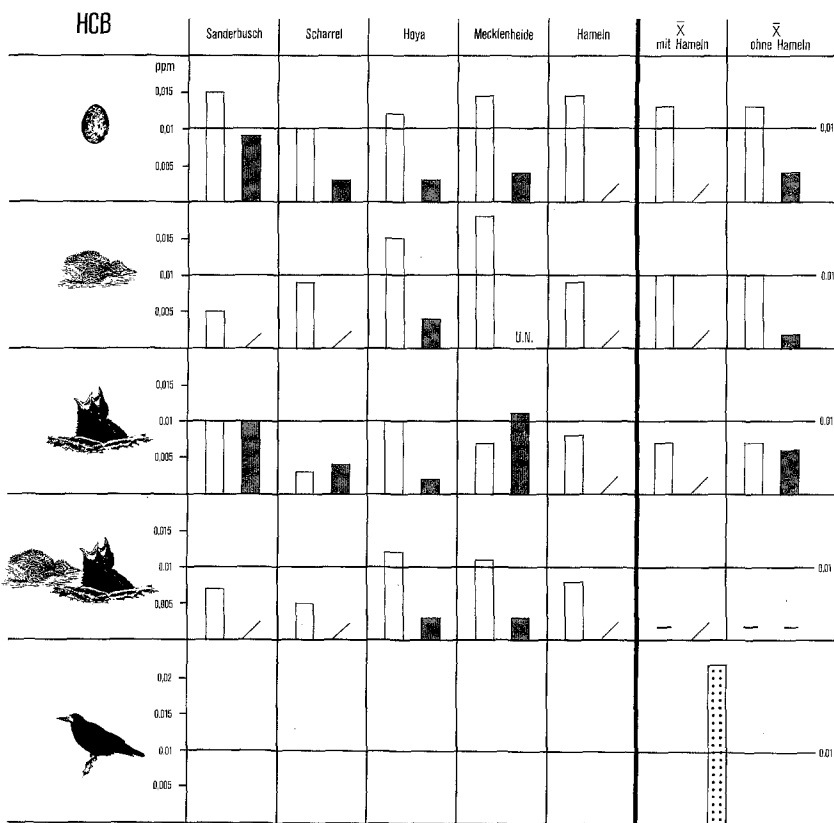


Abb. 3. Mittlere HCB-Konzentrationen; Erläuterungen siehe Abb. 2. — Concentrations of HCB; see fig. 2 for details.

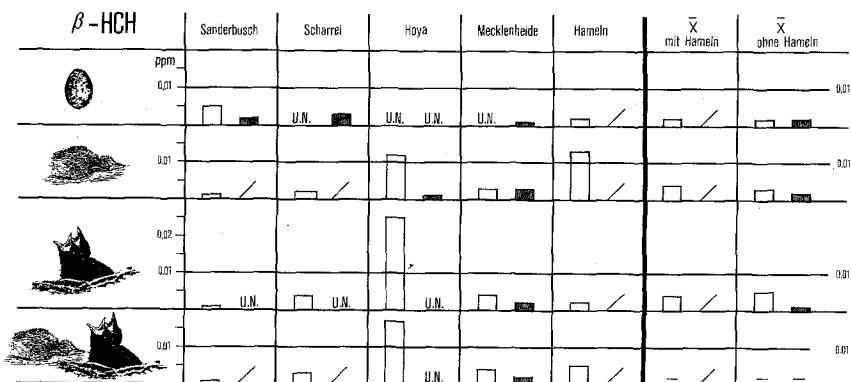


Abb. 4. Mittlere  $\beta$ -HCH-Konzentrationen; Erläuterungen siehe Abb. 2. — Concentrations of  $\beta$ -HCH; see fig. 2 for details.



Bei den Nestlingen lagen die Konzentrationen 1983 allgemein niedriger, bei den Eiern nicht. NJ und NA scheinen gleich hoch belastet; die Differenzen zwischen Eiern und Nestlingen fielen dagegen sehr verschieden aus. Auffällig ist eine große Zunahme der Rückstände vom Ei zum Nestling in „Hoya“ und eine Abnahme in „Sanderbusch“. Der Wert für die untersuchten Adulten (0,003 ppm) entspricht etwa dem der Nestlinge.

Die Rangfolge in der Belastung der Kolonien ist beim Ei kaum zu beurteilen; die Kolonie „Sanderbusch“ schien am höchsten belastet. Bei den Nestlingen gilt: Hoya > Hameln > Mecklenheide > Scharrel > Sanderbusch.

$\gamma$ -HCH (Lindan) (Abb. 5)

Die Konzentrationen für Eier lagen in allen Kolonien 1983 unter denen von 1982, während umgekehrt die Nestlinge 1983 allgemein etwas höher belastet waren.

In den Eiern fanden sich etwa 10mal höhere Lindan-Konzentrationen als in den

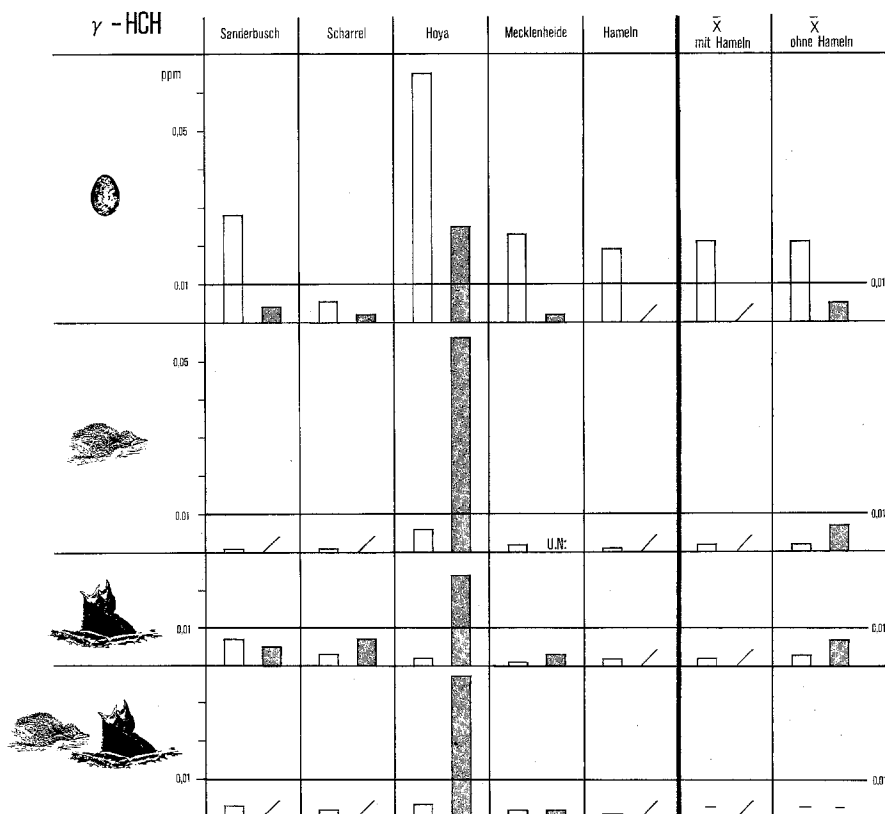


Abb. 5. Mittlere Lindan-Konzentrationen; Erläuterungen siehe Abb. 2. — Concentrations of Lindane; see fig. 2 for details.

Lebern der NJ und NA (Ausnahme „Hoya“); die untersuchten Adulten wiesen etwas höhere Konzentrationen auf als die Nestlinge ( $\bar{x} = 0,009$  ppm).

Eier und Nestlinge aus „Hoya“ waren deutlich am höchsten belastet (Eier rund 10mal höher als „Scharrel“). Die Differenzen der Nestlinge zwischen den übrigen Kolonien sind hier minimal.

### $\Sigma$ DDT (Abb. 6)

An allen Orten ergaben sich bei jeder Entwicklungsstufe 1983 geringere Werte als 1982.

Zwischen NJ und NA ergaben sich keine Differenzen. Nestlingslebern enthielten geringfügig weniger DDT als Eier. Die Adulten waren mit durchschnittlich 0,08 ppm deutlich höher belastet. Vermutlich steht dies im Zusammenhang mit unterschiedlicher DDT-Belastung in den jeweiligen Herkunftsgebieten bzw. mit einer altersabhängigen Akkumulation.

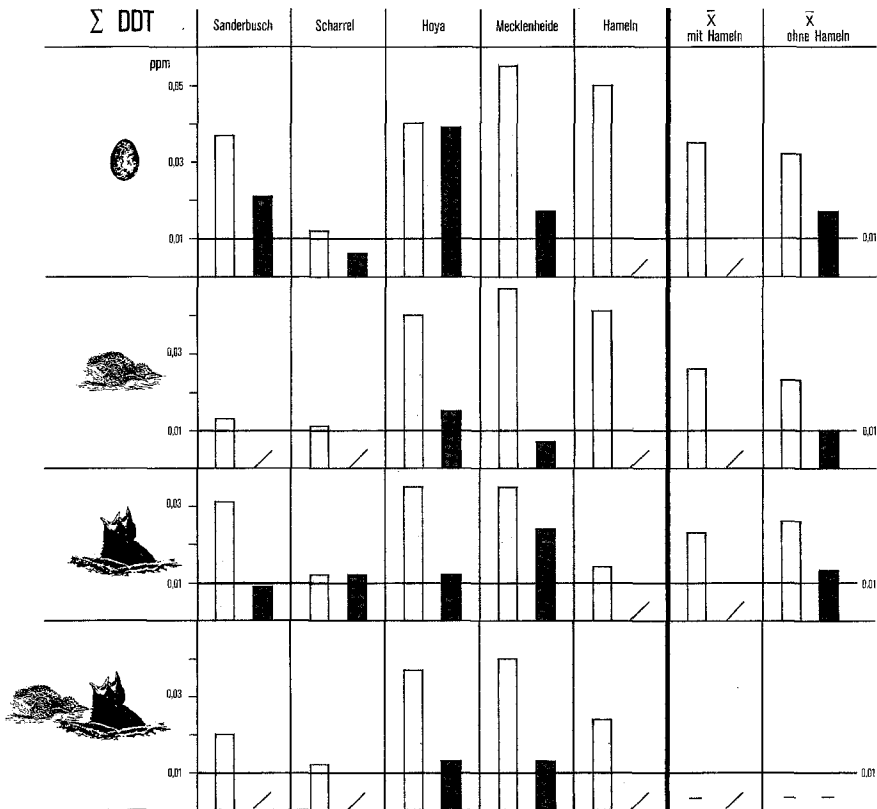


Abb. 6. Mittlere Konzentrationen an  $\Sigma$  DDT; Erläuterungen siehe Abb. 2. — Concentrations of  $\Sigma$  DDT; see fig. 2 for details.

Die Differenzen zwischen den Kolonien sind relativ klein; wie beim Lindan liegt „Hoya“ beim Ei (1983) an vorderer Stelle und steht auch bei den Nestlingen der Kolonie „Mecklenheide“ kaum nach.

Für die Eier aus 1982 gilt: Mecklenheide > Hameln > Hoya > Sanderbusch > Scharrel. Die Reihenfolge für 1983 weicht davon etwas ab. Bei den Nestlingen ergibt sich: Mecklenheide > Hoya > Hameln > Sanderbusch > Scharrel.

### Diskussion

Saatkrähen ernähren sich außerhalb der Brutzeit überwiegend von pflanzlichen Bestandteilen, in der Brutzeit vor allem von tierischen Organismen (GOODWIN 1976, GANZHORN 1982, 1986, VEH 1981).

Die relativ niedrige trophische Position der Saatkrähe läßt deshalb nur geringe Rückstände an persistenten chlorierten Kohlenwasserstoffen erwarten (vgl. RATCLIFFE 1965, MALMBERG 1973, TAYLOR & BRADY 1964). Sowohl bei Eiern als auch bei Lebern wichen die Konzentrationen 1982 und 1983 oft erheblich voneinander ab. Diese Jahresunterschiede waren nach eigenen Befunden auch bei anderen Vogelarten festzustellen. Eine plausible Erklärung fehlt im Augenblick. OLSSON & REUTERGÄRDH (1986) fanden in langjährigen Untersuchungen ebenfalls erhebliche jährliche Schwankungen der Rückstände von DDT und PCB bei Fischen in schwedischen Gewässern. Die Trottellummen (*Uria aalge*) auf Gotland, die ganzjährig innerhalb eines engen Gebietes verbleiben, wiesen geringere Rückstandsschwankungen auf.

Leicht interpretierbar sind die örtlichen Unterschiede: In landwirtschaftlich genutzten Gebieten sind sowohl Eier als auch Lebern von Nestlingen mit Lindan relativ hoch kontaminiert; auch sind die Eier höher belastet (Ausnahme: „Hoya“ 1983) als die Lebern von Nestlingen.

Wegen der hohen Persistenz ist DDT und seine Metaboliten überall weit verbreitet. In Mitteleuropa sind die Rückstände trotz DDT-Verbots seit 1972 allgemein nicht sehr viel geringer als in solchen Gebieten, in denen die Verwendung des DDT nicht so weitgehend eingeschränkt worden ist (IRPTC 1983). Die geringere Persistenz von Lindan führt hingegen zu größeren lokalen Unterschieden. Die höheren Gehalte in Eiern gegenüber denen in Lebern von Jungvögeln könnten auf eine häufigere Verwendung des Lindans in den Winterquartieren schließen lassen. Allerdings deutet die hohe Kontamination der Nestlingslebern aus „Hoya“ 1983 an, daß die intensive Landwirtschaft auch bei uns noch immer erhebliche Rückstände verursacht.

In den niedersächsischen Brutgebieten erfolgt eine schnelle Akkumulation von niedrigchlorierten PCB in den Lebern von Nestlingen, nicht jedoch von hochchlorierten PCB. Da die Eier insgesamt zwar relativ gering mit einem höheren Anteil an hochchlorierten PCB belastet sind, dürfte auch bei einheimischen Brutvögeln, im Gegensatz zu den Nestlingen, das Verhältnis der niedrig- zu den hochchlorierten PCB stärker zugunsten letzterer verschoben sein. Die niedrigchlorierten bestehen vor allem aus weniger persistenten PCB-Isomeren (vgl. SAFE 1980), die in den Winterquartieren weitgehend metabolisiert werden. Da nach BUSSE (1969) die meisten Brutvögel in

westlichen und südwestlichen Ländern überwintern, werden wegen der geringeren Industriedichte dort mit Wahrscheinlichkeit kaum noch weitere niedrigchlorierte PCB aufgenommen. Aus diesem Grunde bleiben die persistenten, im Mittel hochchlorierten PCB übrig und bilden später die Rückstände in den Eiern. Daher enthalten Saatkräheneier aus Kolonien in Industrienähe auch größere Rückstände an PCB als solche in ländlichen Gebieten.

Im Gegensatz zu den Seevögeln ist die Belastung der Saatkrähen mit HCB unabhängig vom Standort. Dies bedarf einer Erklärung. Der größte Eintrag in die Umwelt dürfte nach dem Anwendungsverbot von HCB in der Landwirtschaft durch die an den großen deutschen Flüssen gelegene chlororganische Industrie erfolgen. In der Nordsee verringert sich die Kontamination sehr schnell (BECKER et al. 1985). Dies geschieht offensichtlich nicht nur durch Verdünnung, sondern auch wegen der relativ hohen Flüchtigkeit des HCB (RIPPEN 1984) durch Evaporation. Die Flüchtigkeit des HCB führt dann auch zu einer relativ gleichmäßigen Verteilung im terrestrischen Bereich (HEIDMANN 1986a) und infolgedessen zu geringeren Unterschieden in der Belastung der Saatkrähen. Die ehemalige Verwendung des HCB als Saatgutbeizmittel leistet zu den Rückständen in Saatkrähen kaum noch einen Beitrag, obwohl ein solcher Einfluß in Sperlingen nachgewiesen wurde (HEIDMANN 1986a).

Eine bestandsmindernde Wirkung durch chlorierte Kohlenwasserstoffe dürfte derzeit nicht bestehen. Dies bedeutet allerdings nicht, daß keinerlei Auswirkungen vorhanden sind. Vielmehr ist es denkbar, daß sich eventuell vorhandene Wirkungen in einem Bereich bewegen, der noch keinen unmittelbaren Einfluß auf die Entwicklung der Brutbestände hat.

### Zusammenfassung

Aus fünf niedersächsischen Brutkolonien der Saatkrähe wurden 1982 und 1983 98 Eier und 112 Nestlinge gesammelt und auf Rückstände an chlorierten Kohlenwasserstoffen untersucht. Zwei Kolonien befanden sich in der Nähe von Industriegebieten, die restlichen in Gebieten mit intensiver bzw. weniger intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Die Rückstandskonzentrationen lagen insgesamt relativ niedrig, was mit der Stellung der Saatkrähe im trophischen System erklärt werden kann. Chlorierte Kohlenwasserstoffe scheinen die Bestandsentwicklung nicht zu beeinflussen. Industrienähe Kolonien wiesen deutlich höhere PCB-Konzentrationen auf. Während der Nestlingsentwicklung nahm der Anteil niedrigchlorierter PCB deutlich zu. Diese Substanzen dürften in den Brutgebieten aufgenommen werden und sich anreichern. Wahrscheinlich werden niedrigchlorierte PCB in den geringer kontaminierten Überwinterungsgebieten metabolisiert, so daß später in den Eiern überwiegend hochchlorierte PCB nachzuweisen sind. Proben aus Kolonien mit landwirtschaftlich intensiver genutztem Umfeld enthielten in Einzelfällen vergleichsweise hohe Rückstände an Lindan und  $\beta$ -HCH. Die Konzentrationen an  $\Sigma$  DDT und hochchlorierten PCB nahmen von 1982 nach 1983 ab, die Lindan- und HCB-Konzentrationen hingegen nur in Eiern. Ob diese Abnahme einem längerfristigen Trend entspricht, ließ sich noch nicht beantworten.

### Summary

#### Chlorinated hydrocarbons in eggs and livers of Rooks (*Corvus frugilegus*) from rookeries in Lower Saxony (Northern Germany)

HCB, HCH isomeres, DDT and its metabolites and PCBs were determined in 98 eggs and 112 livers of nestlings which were collected from five rookeries in different environments of Lower Saxony in 1982 and 1983. Two colonies were situated near industrial sites, the others in more or less intensive used rural areas. The concentrations found are comparably low due to the low trophic level of the rook. No influence on the development in numbers of breeding pairs was detected. (In fact, the numbers of breeding pairs have increased since a couple of years.) Eggs as well as nestlings from rookeries near industrial sites were considerably higher contaminated in respect to high chlorinated PCBs than those in agriculturally used areas. No evident differences of the residues were found between the stages of development. An increase of the concentration of lower chlorinated PCBs from young nestlings to older ones was detected. The amount of lower chlorinated PCBs compared with the total PCB content was 16 % in eggs and 72 % in livers of old nestlings. The lower chlorinated and less persistent PCBs may be taken up to a higher extent in the more industrialized areas and, consequently, will be accumulated. Probably, the latter will be metabolized in the lower contaminated wintering areas, so that the higher chlorinated PCBs will remain and will cause the PCB residues in eggs. The concentrations of  $\beta$ -HCH often were only slightly above the limit of detection. Eggs and livers of nestlings of a rookery of intensively used rural environment showed by far the highest Lindane concentrations. Likewise, DDT and its metabolites showed higher concentrations in samples from this rookery compared with the samples of a rookery situated in a less heavily exploited area. In 1983, the concentrations of DDT including its metabolites and of high chlorinated PCBs were lower than in 1982 all stages of development considered. The concentrations of Lindane and HCB were lower only in eggs. The question, whether these facts indicate a trend towards lower residues, cannot be answered so far.

### Literatur

- BAUM, F. (1981): Chlorierte Kohlenwasserstoffe in wildlebenden Tieren und Nahrungsnetzen: Vorkommen, Bedeutung und Nachweis. *Ökol. Vögel* 3 (Sonderheft): 65–71. • BECKER, P., A. BÜTHE & W. A. HEIDMANN (1985): Schadstoffe in Gelegen von Brutvögeln der deutschen Nordseeküste. I. Chlororganische Verbindungen. *J. Orn.* 126: 29–51. • BUSSE, P. (1969): Results of ringing of European Corvidae. *Acta orn.* 11: 263–328. • BÜTHE, A., & W. A. HEIDMANN (1986): Chlorpestizide und chlorhaltige Industriechemikalien. In: RÜSSEL-SINN, H.: Rückstandsanalytik von Wirkstoffen in tierischen Produkten. Stuttgart. • CONRAD, B. (1977): Die Giftbelastung der Vogelwelt Deutschlands. Greven. • DOBBS, A. (1964): Rook numbers in Nottinghamshire over 35 years. *Brit. Birds* 57: 360–364. • DRESCHER-KADEN, U. (1979): Möglichkeiten und Probleme des Einsatzes freilebender Tierespecies als Indikatoren für die Rückstandsbelastung mit Umweltchemikalien. *Ber. ANL — Laufen* 3: 64–72. • GANZ-HORN, J. U. (1982): Biologie und Ökologie der Saatkrähe (*Corvus f. frugilegus* L.) im ober-schwäb. Rißtal unter besonderer Berücksichtigung von Möglichkeiten zur Abwehr der Saatkrähen von landwirtschaftlichen Kulturen. Diplomarb., Univ. Tübingen. • Ders. (1986): Quantitative Aspekte der Nahrungsbiologie nestjunger Saatkrähen (*Corvus f. frugilegus*). *Ökol. Vögel* 8: 49–56. • GOODWIN, D. (1976): *Crows of the world*. Ithaca, New York. • HEIDMANN, W. A. (1985): Rückstände von persistenten Pestiziden und Industriechemikalien in einigen ausgewählten Vogelarten. *Seevögel* 6 (Sonderband): 63–66. • Ders. (1986): Isomer

specific determination of polychlorinated biphenyls in animal tissues by GC/MS. *Chromatographia* 22: 363–369. • Ders. (1986a): Hexachlorobenzene residues in selected species of land and sea birds in Northern Germany. In: MORRIS, C., & J. CABRAL (ed.): International symposium on Hexachlorobenzene 1985: 223–229. • IRPTC — International Register of Potentially Toxic Chemicals (1983); UN Environmental Programme. Genf. • MALMBERG, T. (1973): Pesticides and the Rook in Scania, Sweden, 1955 and 1970. *Oikos* 24: 377–387. • NEWTON, I. (1981): Der Sperber und die Pestizide — ein Beitrag von den Britischen Inseln. *Ökol. Vögel* 3 (Sonderheft): 207–219. • Ders. & J. BOGAN (1978): The role of different organochlorine compounds in the breeding of British Sparrowhawks. *J. appl. Ecol.* 15: 105–116. • OELKE, H., & H. RÜSSEL (1980): Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Pestizide DDT, DDE, PCB) in freilebenden Vögeln Nordwestdeutschlands. *Beitr. Naturkde, Nieders.* 33: 29–43. • OLSSON, M., & L. REUTERGÄRDH (1986): DDT und PCB pollution trends in the Swedish aquatic environment. *Ambio* 15: 103–109. • PINOWSKA, B., K. KRASNICKI & J. PINOWSKI (1981): Estimation of the degree of contamination of carnivorous birds with heavy metals in agricultural and industrial landscape. *Ekol. pol.* 29: 137–149. • RATCLIFFE, D. (1965): Organo-chlorine residues in some raptor and corvid eggs from Northern Britain. *Brit. Birds* 58: 65–81. • Ders. (1970): Changes attributable to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some British birds. *J. appl. Ecol.* 7: 67–107. • RIPPEN, G. (1984): *Handbuch der Umweltchemikalien*. Landsberg. • RUGE, K. (1986): *Die Saatkrähe*. Stuttgart. • SAFE, S. (1980): Metabolism uptake, storage and bioaccumulation. In: KIMBROUGH, R. (ed.): *Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxines and related products*. Elsevier, Amsterdam. • SCHNEIDER, U. (1976): *Zur Frage der Kontamination einheimischer wildlebender Vögel durch chlorierte Kohlenwasserstoffe*. Diss., München. • STEINWANDTER, H. (1983): On-line method for extracting and isolating chlorinated hydrocarbon pesticides and polychlorinated biphenyls from meat and fish products. *Fres. Z. Anal. Chem.* 314: 129–130. • TAYLOR, A., & J. BRADY (1964): Chlorinated residues in wild bird eggs. *Bird Study* 11: 192–197. • VEH, M. (1981): *Überwinternde Saatkrähen in Nordbaden — Konflikt zwischen Naturschutz und Landwirtschaft und Vorschläge zu einer Lösung*. Diss., Heidelberg.

Anschriften der Verfasser: (M. B., A. B., W. A. H.): Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule, Bischofsholer Damm 15, D-3000 Hannover 1; (R. D.): Zoologisches Institut der Tierärztlichen Hochschule, Bünteweg 17, D-3000 Hannover 71; (H. K.): Niedersächsisches Landesverwaltungsamt — Fachbehörde für Naturschutz —, Scharnhorststraße 1, D-3000 Hannover 1.