

Aus dem „Laboratorium für Ökologie und Systematik“ der Freien Universität Brüssel

Rückstände chlororganischer Pestizide und PCBs in belgischen Greifvögeln

Von C. Joiris und K. Delbeke

Summary

Three complementary methods were used in order to describe and to understand the contamination of Belgian birds of prey: the analysis of unhatched eggs ($n=215$), the analysis of raptors found dead ($n=213$) and the determination of changes in eggshell thickness ($n=1320$). The results obtained by the three methods are coherent.

As an example, the contamination by residues of the DDT-group is discussed in some details. The level of the contamination is clearly species-dependent: the bird eating species are more contaminated than the mammal-eating raptors.

For some species (owls), a difference of contamination is found between two zones in Belgium: owls coming from the northern, agricultural, zone are more contaminated than birds of the same species coming from the southern forestial zone. Their eggs show also a higher DDT level and a greater eggshell thinning.

Year-to-year variations in the level of DDT contamination are also detected for the owls and their eggs.

The analysis of some prey items (House Sparrow and small mammals) show that the main factor allowing to understand all results lies in the diet characteristics of the raptors: the more birds they eat, the higher their contamination. This is valid for the different species, and for the differences in contamination noted for a given species in the northern and southern zones, as well as from one year to the other.

The main conclusions are: first, that it is very useful to utilize different methods in order to determine the contamination of biological material, and second, that an integrated study is needed in order to understand the levels of contamination and their variations. This study must include data on the population dynamics of the raptors, and mainly on their local feeding habits. In such conditions only can birds of prey be utilized as "bioindicators" of terrestrial ecosystems, and can the differences of their contamination, as a function of space and of time, be understood.

1. Einführung

Greifvögel können als gute Indikatoren für den Zustand terrestrischer Ökosysteme in Europa angesehen werden. Wegen ihrer vergleichsweise großen Aktions-

Anschriften der Verfasser:

Dr. C. Joiris und K. Delbeke, Laboratorium voor Ekologie en Systematiek, Vrije Universiteit Brüssel, Pleinlaan 2
B-1050 Brüssel, Belgien.

Tab. 1 Chlororganische Pestizide und PCB-Rückstände in nicht geschlüpften Greifvogeleiern aus Belgien in der Zeit von 1969 bis 1974 (ppm pro Frischgewicht).

Die Arten sind angeordnet nach zunehmendem Vogel-Anteil in der Nahrung (aus JOIRIS & MARTENS, 1971, 1973; JOIRIS, LAUWEREYS & VERCRUYSE, 1977).

Species	Nahrung % Vögel (vgl. ¹⁾ n		PCB	Lin.	HCB	H.E.	Diel.	Total	ΣDDT	Art	
<i>Pernis apivorus</i>	0	(a)	4	0.6	0.03	0.01	0.06	0.04	0.14	0.07	Wespenbussard
<i>Aegolius funereus</i>	2	(a)	15	1.7	0.01	0	0.02	0.03	0.06	0.05	Rauhfußkauz
<i>Buteo buteo</i>	4,5	(a)	10	0.4	0.01	0	0.04	0.02	0.07	0.11	Mäusebussard
<i>Falco tinnunculus</i>	4,5	(a)	10	0.2	0.04	0.05	0.05	0.01	0.15	0.21	Turmfalke
<i>Athene noctua</i>	5	(b)	4	0.7	0.07	0.01	0.11	0.11	0.30	0.25	Steinkauz
<i>Tyto alba</i>	5	(c)	88	1.8	0.07	0.14	0.46	0.18	0.85	0.62	Schleioreule
<i>Strix aluco</i>	13.5	(d)	61	0.5	0.02	0.04	0.13	0.04	0.23	0.50	Waldkauz
<i>Asio otus</i>	25	(e)	2	0.6	0.98	1.11	0.12	0.30	2.51	5.3	Waldohreule
<i>Accipiter gentilis</i>	92	(a)	2	0	0.02	0	0.04	0.27	0.33	3.0	Habicht
<i>Accipiter nisus</i>	98	(a)	18	1.4	0.13	0	0.91	0.39	1.43	2.8	Sperber

¹⁾ a: UTTENDÖRFER, 1952; b: LIBOIS, 1977; c: VAN DER STRAETEN, 1974; GODIN, 1975; LEURQUIN, 1975; d: DELMEE, DACHY, SIMON, 1979; e: DELMEE, pers. Mitt.

n: Anzahl analysierter Eier

Lin: Lindan; H.E.: Heptachlor-epoxid; Diel: Dieldrin; Total I: Lindan + Heptachlor-epoxid + Dieldrin; ΣDDT: DDT + DDE + DDD

Tab. 2 Chlororganische Pestizide und PCB-Rückstände bei tot gefundenen Greifvögeln von 1972 bis 1979 (Brustmuskel und Leber). Siehe Legende zu Tab. 1 (aus JOIRIS, LAUWEREYS & VERCRUYSE, 1973 a; JOIRIS & DELBEKE in Vorbereitung).

Species	Nahrung % Vögeln		PCB	Lin	HCB	H	A	Total I	DDT	Art
<i>Circus aeruginosus</i>	—	I	0.31	0.003	0.02	0.02	0.005	0.05	0.02	Rohrweihe
<i>Pernis apivorus</i>	0	I	0.07	0.01	0.01	0.33	0.010	0.36	0.03	Wespenbussard
<i>Milvus milvus</i>	—	I	1.40	0.68	—	0.21	0.10	0.99	0.26	Rotmilan
<i>Buteo buteo</i>	4,5	19	1.10	0.03	0.03	0.30	0.06	0.42	0.30	Mäusebussard
<i>Falco tinnunculus</i>	4,5	10	4.36	0.05	0.03	3.75	0.36	4.19	2.06	Turmfalke
<i>Athene noctua</i>	5	24	1.43	0.04	0.04	0.56	0.12	0.82	0.53	Steinkauz
<i>Tyto alba</i>	5	27	16.22	0.48	0.99	3.52	1.24	6.23	5.80	Schleiereule
<i>Strix aluco</i>	13,5	8	9.74	0.43	0.04	0.65	0.44	1.56	4.38	Waldkauz
<i>Asio otus</i>	25	13	4.43	0.07	0.03	2.38	0.50	2.98	5.70	Waldohreule
<i>Falco columbarius</i>	2	2	2.54	0.29	8.61	1.07	0.69	10.66	53.38	Merlin
<i>Accipiter nisus</i>	98	17	15.07	0.28	0.10	2.79	0.59	3.76	8.83	Habicht

n: Anzahl untersuchter Vögel

H: Heptachlor + Heptachlor-epoxid; A: + Dieldrin

Tab. 3 Veränderungen der Eischalen-Dicke bei belgischen Greifvögeln von 1950 bis 1979. Die Daten sind bezogen auf den Wert aus der Zeit vor 1950 (= 100 %). Siehe Legende zu Tab. 1 (aus JOIRIS, DEJAEGHER & DELBEKE 1979).

% Abnahme ²⁾							
Species	Nahrung % Vögel	Periode	n	Eischalen- Dicke	Index	Art	
<i>Pernis apivorus</i>	0	(a)	50-69	17	(1.2)	(1.6)	Wespenbussard
<i>Buteo buteo</i>	4.5	(a)	50-69	79	(3.7)	(5.0)	Mäusebussard
			70-78	15	(-0.7)	(-2.8)	
<i>Falco tinnunculus</i>	4.5	(a)	50-69	72	(2.3)	(-0.1)	Turmfalke
			70-78	23	(-3.1)	(-4.0)	
<i>Athene noctua</i>	5	(b)	50-69	55	7.6	(3.6)	Steinkauz
			70-78	8	(0.0)	(-2.9)	
<i>Tyto alba</i>	5	(c)	50-69	39	5.9	(3.1)	Schleiereule
			70-78	59	7.5	(6.6)	
<i>Strix aluco</i>	13.5	(d)	50-69	41	(3.0)	(-1.7)	Waldkauz
			70-78	19	(-3.0)	(-6.4)	
<i>Asio otus</i>	25	(e)	50-69	37	7.2	7.7	Waldohreule
			70-78	24	19.9	21.9	
<i>Falco subbuteo</i>	50	(a)	50-69	15	12.6	14.0	Baumfalke
<i>Accipiter gentilis</i>	92	(a)	50-69	38	(8.7)	11.8	Habicht
<i>Accipiter nisus</i>	98	(a)	50-69	85	20.0	19.8	Sperber
			70-78	4	12.1	9.5	
<i>Falco peregrinus</i>	100	(a)	50-69	12	15.0	18.2	Wanderfalke

²⁾ Die Werte stehen in Klammern, wenn sie auf dem 0.02-Niveau nicht signifikant sind (T-Test von Student).

Tab. 4 Geographische Unterschiede in der DDT-Kontamination von Eiern und Geweben sowie der Eischalen-Verdünnung bei zwei Eulen. S: Südliche Region; N: Nördliche Region (vgl. Text); (n): Anzahl Daten; vergleiche die Legenden zu Tab. 1 und 3 (aus JOIRIS & MARTENS 1971, 1973; JOIRIS, LAUWEREYS & VERCRUYSE 1973 a, 1977; JOIRIS, DEJAEGHER & DELBEKE 1979; JOIRIS & DELBEKE in Vorbereitung).

Species	Region	Nahrung % Vögel	DDT-Kontamination ⁴⁾		% Abnahme ⁵⁾			Art			
			Gewebe	Eier	Eischalen- Dicke	Index	Index				
<i>Tyto alba</i>	S	0 (d, c)	3.83	(11)	0.18	(44)	(-2.4) (14)	(-9.8) (14)	Schleiereule		
<i>Strix aluco</i>	S	2 (d)	-	(-)	0.25	(27)	(-0.3) (21)	(-8.0) (21)	Waldkauz		
<i>Tyto alba</i>	N	10 (d, c)	16.10	(6)	1.10	(41)	6.0	(20)	(4.3) (20)	Schleiereule	
<i>Strix aluco</i>	N	20 (d)	-	(-)	0.96	(12)	10.2	(25)	10.4	(25)	Waldkauz

³⁾ in ppm bezogen auf Frischgewicht

⁴⁾ Signifikanz - Angaben wie in Tab. 3

Tab. 5 Gehalte an Organochlor-Pestiziden in Beutetieren aus den zwei Regionen Belgiens. Siehe Legende zu Tab. 1 (aus JOIRIS, LAUWEREYS & VERCROYSE 1973 b; JOIRIS & DELBEKE in Vorbereitung).

Species	Region	n	Lin	HCB	H.	H.E.	Diold.	DDT
Haussperling	S 1973	10	0	nd.	nd.	0.025	0.001	0.145
	S 1978	14	0.026	0.002	0.089	0.024	0.0003	0.013
	N 1977	10	0.029	0.001	0.154	0.052	0.001	0.021
	N 1978	11	0.054	0.006	0.160	0.049	0.014	0.034
	Total	45	0.028	0.003	0.130	0.037	0.004	0.049
Kleinsäuger	S 1973	12	0.184	nu.	nu.	0.073	0.008	0
	S 1978	11	0.018	0.002	0.082	0.013	0.008	0.001
	N 1978	10	0.070	0.002	0.170	0.108	0.113	0.001
	Total	23	0.094	0.002	0.123	0.064	0.040	0.001

nu = nicht untersucht

Tab. 6 DDT-Kontamination von Eiern und Geweben der Schleiereule (*Tyto alba*) in verschiedenen Jahren. Siehe Legende zu Tab. 1 (aus JOIRIS & MARTENS 1971, 1973; JOIRIS, LAUWEREYS & VERCROYSE 1973 a, 1977; JOIRIS & DELBEKE in Vorbereitung).

Jahr	DDT-Kontanation (ppm/Frischgewicht)	
	Eier	Gewebe
1972	0.28 (17)	— (0)
1973	1.27 (31)	3.24 (2)
1974	0.27 (37)	1.27 (2)
1976		1.44 (3)
1977		3.62 (2)
1978		1.56 (5)
1979		4.41 (9)
1979		10.97* (10)

* unter Berücksichtigung eines Falles mit akuter Vergiftung (mit 132,6 ppm DDT in der Leber).

gebiete und Lebensdauer integrieren sie kleinräumige und kurzzeitige Schwankungen in der Belastung durch chemisch stabile, bioakkumulierende Schadstoffe. Wir haben sie deshalb als Studienobjekt für eine Untersuchung der Kontamination belgischer Ökosysteme durch chlor-organische Rückstände bevorzugt.

Das Ziel dieser Studie war einerseits, die momentane Situation zu beschreiben. Andererseits wollten wir mit verschiedenen Ansätzen an das Problem herange-

hen, damit wir durch unterschiedliche Methoden eine Reihe von Ergebnissen absichern konnten. Schließlich untersuchten wir nur relativ kleine Gebiete und konnten auf diese Weise eventuelle geographisch bedingte Veränderungen auf kurze Distanzen erfassen: zusammen mit der Beurteilung möglicher jahreszyklischer Schwankungen hilft uns dieses Vorgehen, unser Verständnis der Mechanismen bei der Akkumulation chlororganischer Rückstände in natürlichen Nahrungsgesetzen eventuell zu verstehen.

Wir begannen die Untersuchung belgischer Greife auf Rückstände von Schadstoffen mit der Analyse des Inhalts von Eiern, die auf biologischem Weg verloren gingen: das sind ungeschlüpfte Eier, die wir beim Beringen junger Greifvögel in den Horsten vorfanden. Diese Untersuchungen laufen seit 1968. Sie wurden später ergänzt durch die Analyse tot aufgefundenen Greife und auch einiger ihrer Beutetiere. Außerdem wurden die Veränderungen der Eischalen-Dicke bestimmt.

2. Ergebnisse

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse an nicht geschlüpften Greifvogeleiern (Tab. 1) zeigt, daß die Rückstandsniveaus von z. B. DDT (es handelt sich eigentlich um die DDT-Gruppe, in der Analyse vertreten vor allem durch das DDE) eindeutig abhängig sind von der untersuchten Art. Das zeigt sich nicht nur darin, daß die Greife, die sich von Vögeln ernähren stärker kontaminiert sind als die Säugetier-Fresser, ein Zusammenhang, den man ja allenthalben beobachtet. Der Kontaminationsgrad scheint überdies direkt abhängig zu sein von der quantitativen Zusammensetzung der Nahrung einer bestimmten Art: je mehr Vögel ein Individuum frißt, desto höher sein Rückstandsniveau.

Bei der Untersuchung der Rückstände in tot aufgefundenen Greifen kommen wir zu demselben Ergebnis (Tab. 2). Das ist eine Verstärkung der Aussagen aus den Ei-Studien auf der Grundlage unabhängiger Methoden.

Eine weitere Bestätigung erhält man durch Messung der Variationen der Eischalen-Dicke. Da Eischalen-Verdünnung wesentlich durch Rückstände der DDT-Gruppe verursacht wird, ist es nützlich zu kontrollieren, ob die Arten mit hohem Kontaminationsniveau tatsächlich auch durch besonders dünne Eischalen auffallen. Darüberhinaus ist zu bestätigen, daß es keine Schalenverdünnung bei Arten mit geringem Rückstandsniveau gibt. All dies zeigt sich in Tabelle 3.

Bei wenigen Arten (Eulen) ist unser Material ausreichend umfangreich und konzentriert, daß sich zwei Zonen erkennen lassen, die sich in ihren Rückstandsniveaus an DDT deutlich unterscheiden. Die Eulen aus dem nördlichen Gebiet (nördlich der Flüsse „Sambre“ und „Meuse“) sind deutlich höher kontaminiert als Vögel derselben Art aus dem südlicher liegenden Teil Belgiens. Diese Unter-

schiede sind gleichermaßen erkennbar bei der Untersuchung tot gefundener Vögel, wie bei nicht geschlüpften Eiern und bei den Eischalen-Dicken, jedenfalls dort wo Stichproben untersucht werden konnten (Tab. 4). – Das nördliche Gebiet ist überwiegend eine Agrarlandschaft, während im Süden Forsten, Wälder und Grünland vorherrschen. Wir nahmen logischerweise an, daß die unterschiedlichen Rückstandsniveaus bei den Eulen verschiedene Belastungsniveaus der Ökosysteme widerspiegeln: im Forst werden wesentlich weniger Pestizide eingesetzt als in der Landwirtschaft.

Es ist jedoch zu beachten, daß sich die Eulen in den beiden Regionen unterschiedlich ernähren: im offenen Agrarland fressen sie relativ mehr Vögel als im wiesenreichen und waldigen Süd-Gebiet. In diesem Falle gilt die Regel „je höher der Vogel-Anteil an der Nahrung, desto höher der Kontaminationsgrad“ nicht nur auf Artniveau. Sie könnte auch zur Erklärung der beobachteten Rückstandsniveaus bei zwei Populationen derselben Arten beitragen.

Wir haben Beutetiere auf unseren Probeflächen gesammelt und analysiert, um zu bestätigen, daß Kleinvögel höher kontaminiert sind als Kleinsäuger – obwohl sie im demselben Biotop leben. Andererseits wollten wir uns aber auch Klarheit verschaffen bezüglich der relativen Bedeutung beider Kontaminationswege in den zwei Regionen, nämlich a) der Gesamt-Belastung der Ökosysteme, also auch der Beutetiere, und b) der verschiedenen Nahrungszusammensetzung, wobei möglicherweise die Beutetierarten in beiden Gebieten ähnliche Kontaminationsgrade haben könnten.

Die Ergebnisse (Tab. 5) sind eindeutig. Sie zeigen klar, daß Haussperlinge höher mit DDT-Rückständen (und -Metaboliten) kontaminiert sind als Kleinsäuger. Regional läßt sich dagegen kein Unterschied im Kontaminationsgrad feststellen.

Schließlich wollen wir noch darstellen, daß sich bei einigen Arten wesentliche Schwankungen im Kontaminationsgrad von Jahr zu Jahr nachweisen lassen (Tab. 6). Solche Unterschiede können auch erklärt werden durch jährlich verschiedene Nahrungsspektren der Eulen. Der Vogelanteil im Nahrungsspektrum einer Eulenpopulation kann nämlich je nach der jeweiligen Häufigkeit und Erreichbarkeit von Kleinsäufern kurzfristig starken Schwankungen unterliegen (DELMEE et al., 1978).

So glauben wir alle unsere Ergebnisse folgendermaßen zusammenfassen zu dürfen: unterschiedliche Rückstandsniveaus in Greifvögeln, räumlich und von Jahr zu Jahr, lassen sich erklären durch einen wesentlichen Zusammenhang: (körnerfressende) Kleinvögel sind im demselben Biotop höher kontaminiert als (körnerfressende) Kleinsäuger. Der Kontaminationsgrad der einzelnen Greifvogelpopulationen in Belgien ist direkt abhängig vom Vogelanteil in ihrer Beute.

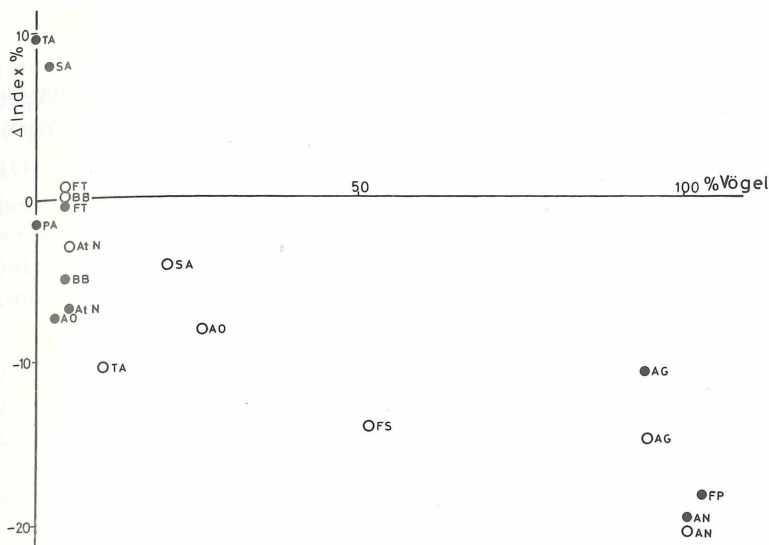


Abb. 1 Veränderungen des Eischalen-Dicke-Index in der Zeit von 1950 bis 1970 als Funktion des Vogelanteils im Nahrungsspektrum der Greifvogelart. Offene Kreise: nördliche Region; ausgefüllte Kreise: südliche Region. BB: *Buteo buteo*; PA: *Pernis apivorus*; AG: *Accipiter gentilis*; AN: *Accipiter nisus*; FP: *Falco peregrinus*; FS: *Falco subbuteo*; FT: *Falco tinnunculus*; AtN: *Athene noctua*; AO: *Asio otus*; SA: *Strix aluco*; TA: *Tyto alba*. (aus JOIRIS, DEJAEGER DELBEKE, 1979).

Dieses Gesamtergebnis ließe sich auch in einer graphischen Darstellung veranschaulichen. Ihre Achsen müßten die Rückstandskonzentrationen in nichtgeschlüpften Eiern bzw. in tot gefundenen Greifen (y) bedeuten als Funktion der Beutezusammensetzung (x). Als wesentlichen Parameter für letztere würden wir vorschlagen, den Anteil der Vögel als Prozent der Gesamtbeute zu nehmen. Wenn Einzelinformationen erhältlich sind, sollte man die aktuelle Beutezusammensetzung berücksichtigen: für jeweils das bestimmte Gebiet und Jahr.

Als anderes Beispiel zeigen wir den Zusammenhang zwischen Eischalen-Dicke und Nahrungszusammensetzung bei verschiedenen Greifvogelarten und -populationen in Belgien (Abb. 1).

Anmerkung: Bei dieser Diskussion bezogen wir uns ausschließlich auf die DDT-Belastung, damit die Zusammenhänge möglichst klar bleiben. In ähnlicher Weise ließen sich aber auch die Ergebnisse an anderen Organochlor-Pestiziden und an PCB's diskutieren (vgl. Tab. 1 und 2).

3. Folgerungen

Greifvögel sind, wie sich gezeigt hat, tatsächlich brauchbare Indikatoren für die Belastung terrestrischer Ökosysteme durch chemisch stabile Verbindungen, z. B. durch Pestizide auf Chlor-Kohlenwasserstoff-Basis. Dies gilt in besonderem Maße für nicht ziehende Arten.

Bloße Bestimmung ihres Kontaminationsgrades ist jedoch nicht ausreichend für ein detailliertes Verständnis des Kontaminationsgrads in einem zu untersuchenden Ökosystem. Das gilt in gleichem Maße für seine zeitliche Veränderung wie für einen Vergleich der Rückstandsniveaus in verschiedenen Regionen oder Ländern.

Nötig wäre eine System-Studie über Greife und ihre Kontamination. Man hat bisher zwar die verschiedenen Ergebnisse über die Rückstandsniveaus in Eiern bzw. in den Greifen selbst oder auch Daten über die Eischalen-Verdünnung, kann aber diese Ergebnisse nicht hinreichend interpretieren ohne eine begleitende Populationsstudie an den untersuchten Arten im Freiland. Benötigt werden Daten zur Populationsdynamik, Fertilität, usw. und vor allem über die Nahrungsgewohnheiten der untersuchten Populationen. Erst bei einer Kombination beider Datensätze werden Greifvögel wirklich zu Bioindikatoren.

Im einzelnen zeigen unsere Ergebnisse, daß zwei Eulenpopulationen derselben Art, die weniger als 100 km voneinander entfernt leben, ganz unterschiedlich mit DDT belastet sein können, weil sie sich in ihren Ernährungsgewohnheiten unterscheiden – obwohl keine Unterschiede im Kontaminationsgrad der Gesamt-Ökosysteme erkennbar sind.

Was die momentane Situation in Belgien betrifft, so scheinen die Kontaminationsgrade in den letzten Jahren leicht abzunehmen. Wir haben Grund zu der Annahme, daß die Probleme mit chlor-organischen Pestiziden in naturnahen Ökosystemen der westlichen Welt geringer werden. Es ist jedoch wichtig, dies mit Hilfe von Ökosystemstudien an Greifvögeln und über die Kontamination bestimmter Populationen zu überwachen. Die Ziele einer solchen Studie wären:

1. die Rück-Entwicklung zu normalen Verhältnissen zu verfolgen und zu kontrollieren;
2. einigen aktuellen Kontaminationsproblemen nachzuspüren, die noch weit entfernt von einer Lösung sind. Als Stichworte seien nur PCB's und Schwermetalle wie Cadmium und Quecksilber genannt;
3. ein funktionierendes Bioindikator-System zu entwickeln, mit dessen Hilfe man neu auftretende Kontaminationsprobleme in unseren Landschaften in Zukunft so früh wie irgend möglich aufspüren könnte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [Supp_3](#)

Autor(en)/Author(s): Joiris C., Delbeke K.

Artikel/Article: [Rückstände chlororganischer Pestizide und PCBs in belgischen Greifvögeln 173-180](#)