

Vogelwarte 46, 2008: 49 – 54
© DO-G, IFV, MPG 2008

Sind Umweltchemikalien in Eiern niedersächsischer Goldregenpfeifer *Pluvialis apricaria* eine Gefahr für die Reproduktion?

Klaus-Michael Exo, Peter H. Becker, Ursula Pijanowska & Axel Degen

Exo K-M, Becker PH, Pijanowska U, Degen A 2008: Environmental chemicals in eggs of Eurasian Golden Plovers *Pluvialis apricaria* breeding in Lower Saxony: Is reproduction endangered? Vogelwarte 46: 49 – 54.

We analysed the levels of environmental chemicals in Eurasian Golden Plover samples from the breeding site Esterweger Dose, Lower Saxony, Germany. In total, 18 unhatched eggs and two livers of an embryo and a chick, respectively, were sampled from 2003 – 2006. Organochlorines (HCB, Σ PCB, Σ HCH, Σ DDT, Σ chlordane and nonachlor) and mercury were found in very low concentrations. Only in the liver of one embryo very high levels of DDT and metabolites were found. Compared with chemical levels in eggs of other wader species those in Eurasian Golden Plover eggs from the Esterweger Dose are assessed to be low and not critical for the reproductive success.

KME: Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, An der Vogelwarte 21, D-26386 Wilhelmshaven; michael.exo@ifv.terramare.de,

PHB: Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“; peter.becker@ifv.terramare.de

UP: Forschungszentrum Terramare, Schleusenstr. 1, D-26382 Wilhelmshaven und Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“; Ursula.Pijanowska@terramare.de

AD: Elsa-Brandström-Str. 4, D-49076 Osnabrück, Axel.Degen@t-online.de

1. Einleitung

Das Brutgebiet des Goldregenpfeifers (*Pluvialis apricaria*) reichte in Mitteleuropa einst vom Hohen Venn in Belgien über die Niederlande, das norddeutsche Tiefland bis nach Ost-Polen. Insbesondere am Südrand des Verbreitungsgebietes nahmen die Brutbestände im Laufe des 20. Jahrhunderts dramatisch ab. Die westlichsten Brutvorkommen Kontinentaleuropas beschränken sich seit Jahrzehnten im Wesentlichen auf zwei kleine isolierte Restpopulationen in Niedersachsen (2006: 11 Revierpaare; Degen 2006) und in Nord-Dänemark (2003: 2-5 Paare; Olesen 2004). Für die Bestandsrückgänge sind in erster Linie großräumige Lebensraumverluste verantwortlich. Hinzu kommen die Jagd in den Überwinterungsgebieten und in jüngster Zeit hohe Gelege- und Jungenverluste in Folge maschinellen Torfabbau, Prädation, vor allem durch Rotfuchse (*Vulpes vulpes*), sowie lokal Störungen bspw. durch eine Zunahme des Tourismus (Details s. Boobyer 1991; Heckenroth & Zang 1995; Hagemeijer & Blair 1997; Byrkjedal & Thompson 1998; Jukema et al. 2001; Linsley et al. 2001; Heldbjerg & Grell 2002). Insbesondere die zuletzt genannten Faktoren können aber wohl nur bereits in Folge großflächiger Habitatzerstörungen vorgeschädigte instabile Populationen beeinträchtigen (Exo 2005).

Anfang des 21. Jahrhunderts beherbergte Niedersachsen ca. 75% des deutsch-dänischen Brutbestandes. Das derzeit bei Weitem bedeutendste Brutgebiet ist die im Emsland gelegene Esterweger Dose, ein ehemaliges Hochmoor, in dem seit den 1960er Jahren industriell

Torf abgebaut wird. Acht von elf im Jahr 2006 nachgewiesenen Revierpaaren siedelten in der Esterweger Dose (Degen 2006). Um die Brutpopulationen zu erhalten, initiierte die Staatliche Vogelschutzwarte im Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) im Jahr 1993 das „Niedersächsische Goldregenpfeifer-Schutzprogramm“ (Stiefel 2003; NLWKN 2006). Ende des 20./Anfang des 21. Jahrhunderts lag der Bruterfolg mit im Mittel nur 0,4 flüggen Jungvögeln pro Paar weiterhin unter dem zur Bestandserhaltung notwendigen Minimum von 0,6 – 0,7 flüggen Jungvögeln pro Paar (Exo 2005). Darauf hin wurde von der Staatlichen Vogelschutzwarte Ende 2002 ein einjähriges Kooperationsprojekt konzipiert. Wesentliche Bausteine des Kooperationsprojektes waren neben langfristigen Untersuchungen zum Brutbestand und Bruterfolg Schutzmaßnahmen am Nest (Degen 2003, 2004, 2005, 2006), Analysen der Raumnutzungsmuster (Leyrer & Exo 2003), eine populationsbiologische Analyse der Bestandsentwicklung und -perspektive (Exo 2005) und vergleichende Untersuchungen zur genetischen Struktur europäischer Goldregenpfeifer-Populationen (Wennerberg & Exo 2004; Exo & Wennerberg 2006). Die Einbeziehung ergänzender Untersuchungen zur Kontamination nicht geschlüpfter Goldregenpfeifereier bzw. gestorbener Jungvögel mit Umweltchemikalien erschien nur konsequent.

Untersuchungen zur Kontamination von im Binnenland brütenden Watvögeln fehlen im Gegensatz zu

Brutvögeln des Wattenmeeres bis dato weitgehend und in den an die Esterweger Dose angrenzenden Grünlandgebieten – die von den Altvögeln zur Nahrungssuche genutzt werden – werden nach eigenen Beobachtungen zumindest weiterhin Herbizide (z. B. BASTA™, Roundup™) angewandt. In den Frästorfflächen der Esterweger Dose werden hingegen seit nunmehr über 15 Jahren keine Pflanzenschutzmittel mehr eingesetzt. Vögel sind äußerst sensitive Bioindikatoren, sie spiegeln die lokale Belastung mit giftigen und persistenten Umweltchemikalien in der Regel zuverlässig wider (Becker 2003).

Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse zur Kontamination von Goldregenpfeifereiern bzw. Jungvögeln aus der Esterweger Dose mit den Bioziden p,p'-Dichlor-diphenyl-trichlorethan (DDT) und seinen Hauptmetaboliten p,p'-Dichlor-diphenyl-dichlorethylen (DDE) und p,p'-Dichlor-diphenyl-dichlorethan (DDD), Hexachlorcyclohexan (HCH, β -HCH und γ -HCH [Lindan]) und Chlordan/Nanochlor sowie mit den Industriechemikalien Polychlorierte Biphenyle (PCB), Hexachlorbenzol (HCB) und dem Schwermetall Quecksilber (Hg) im Vergleich zur Kontamination der Eier anderer Watvogelarten vorgestellt und die möglichen Auswirkungen auf die Reproduktion diskutiert.

2. Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Das 6.441 ha große EU-Vogelschutzgebiet V 14 „Esterweger Dose“ (Emsland, Niedersachsen, ca. 53° 02' N, 07° 37'E) beherbergt Anfang des 21. Jahrhunderts das größte Brutvorkommen des Goldregenpfeifers in Niedersachsen und damit im westlichen Kontinentaleuropa. Im Jahr 2006 fanden sich

acht von elf in Niedersachsen nachgewiesenen Goldregenpfeifer-Revieren in der Esterweger Dose. Bis Ende der 1950er Jahre war die Esterweger Dose eines der größten zusammenhängenden Hochmoorgebiete Niedersachsens. 1959 wurde die Genehmigung zur Abtorfung erteilt. Die Abtorfung erfolgt heute überwiegend im Frästorfverfahren, d. h. das Gebiet ist in Unter- und Oberputten gegliedert (Details zum Gebiet s. Degen 2006). Spätestens seit den 1990er Jahren brüten die Goldregenpfeifer in der Esterweger Dose fast ausschließlich auf annähernd vegetationsfreien und großflächig baumlosen Abtorfungsflächen, und zwar meist auf den nicht mehr in der Abtorfung befindlichen Unterputten. Die Unterputten werden weiterhin regelmäßig gegrubbert, um sie vegetationsfrei zu halten. Die nährstoffarmen Gräben und feuchten Unterputten dienen den Jungvögeln als Nahrungs- und Aufzuchtthabitate (Degen 2006). Die Altvögel nutzen zur Nahrungssuche in erster Linie in der Umgebung der Esterweger Dose gelegene offene kurzrasige Feuchtgrünlandflächen, bspw. das in ca. 5 km Entfernung gelegene NSG „Melmmoor-Kuhdammoor“ (Details s. Leyrer & Exo 2003; Degen 2006).

Aus der Esterweger Dose wurden in den Jahren 2003 bis 2006 aus sieben nicht oder nur teilweise geschlüpften und z. T. hoch angebrüteten Gelegen insgesamt 19 Eier, davon eines mit weit entwickeltem Embryo, und ein prädiierter Jungvogel zur Analyse der Umweltkontaminanten entnommen (vgl. Tab. 1). Durch Beringung ist belegt, dass mindestens fünf der sieben beprobten Gelege, die Gelege aus 2005 und 2006, von jeweils im Vorjahr in der Esterweger Dose erbrüteten Weibchen stammten. Die Weibchen der in 2003 und 2004 beprobten Gelege waren unberingt. Die Entnahmen erfolgten mit Genehmigung der zuständigen Behörden.

Analysiert wurde die Kontamination mit den Bioziden p,p'-DDT und seinen Hauptmetaboliten p,p'-DDE und p,p'-DDD (vgl. Tab. 1), Hexachlorcyclohexan (α -HCH, β -HCH und γ -HCH [Lindan]) und Chlordan/Nanochlor sowie mit den Industriechemikalien Polychlorierte Biphenyle (PCB), Hexachlorbenzol (HCB) und dem Schwermetall Quecksilber (Hg).

Tab. 1: Kontamination von Goldregenpfeifereiern bzw. -küken aus der Esterweger Dose, Niedersachsen, 2003-2006. Angegeben sind die mittleren Konzentrationen pro Gelege ± 1 sd in ng g⁻¹ Frischmasse Ei. * Nest 7 und 8 stammen von demselben vorjährigen Paar (Männchen He 6362175, Weibchen He 6362177), die Eiablagefolge ist unbekannt. n. g.: nicht gemessen. – *Contaminant concentrations in Eurasian Golden Plover eggs and chicks (1 chick in 2004) from the Esterweger Dose, Lower Saxony, Germany, 2003 to 2006. Concentrations are expressed in ng g⁻¹ fresh egg mass, given are the mean ± 1 standard deviation per clutch. * Clutches 7 and 8 are from the same pair, a pair at the end of its 1st year (male He 6362175, female He 6362177); the sequence of egg laying is unknown. n. g. – not analysed.*

Jahr year	Anzahl Eier/Küken no. of eggs/chicks	Hg	HCB	Σ HCH	Σ PCB	Σ DDT	p, p' DDE	p, p' DDT	p, p' DDD	Σ Chlordane Nanochlor
2003	3 Eier	43,4 \pm 3,3	1,5 \pm 0,3	1,4 \pm 0,2	123,6 \pm 7,5	144,5 \pm 41,5	136,7 \pm 40,9	4,7 \pm 0,2	3,1 \pm 0,7	6,5 \pm 1,5
2004	1 Embryo: Leber	n.g.	54,4	59,2	1397,8	49.833,9	49.462,0	0,0	371,9	30,4
	1 Jungvogel: Leber	n.g.	0,6	1,3	24,0	12,9	11,9	0,0	1,0	0,3
2005	1 Ei	38,0	5,1	1,3	243,4	94,9	83,5	10,8	0,6	3,1
2006	1 Ei	4,0	3,4	0,0	30,2	183,0	176,8	5,0	1,2	14,1
	5 Eier	11,2 \pm 2,4	3,6 \pm 0,7	0,0 \pm 0,0	15,1 \pm 3,2	39,0 \pm 4,3	35,3 \pm 3,7	2,9 \pm 0,4	0,8 \pm 0,2	2,0 \pm 0,9
	4 Eier (Nest 7)*	13,5 \pm 2,4	4,4 \pm 0,5	0,1 \pm 0,1	144,3 \pm 68,3	544,7 \pm 152,8	526,0 \pm 148,3	16,5 \pm 4,8	2,3 \pm 0,7	16,4 \pm 9,4
	4 Eier (Nest 8)*	8,3 \pm 1,7	3,2 \pm 0,2	0,0 \pm 0,0	26,5 \pm 2,1	47,3 \pm 3,2	39,6 \pm 2,9	6,6 \pm 0,4	1,0 \pm 0,1	13,9 \pm 3,5

Zur Bestimmung der PCB-Gehalte wurde die Konzentration von 62 PCB-Kongeneren ermittelt, angegeben werden hier nur die Summen-Parameter. Die chemischen Analysen wurden im Chemielabor des Forschungszentrums TERRAMARE, Wilhelmshaven, durchgeführt. Details zur Aufarbeitung der Proben und Analytik s. Becker et al. (2001). Aufgrund des im Jahr 2006 unterschiedlichen Bebrütungsgrades und damit des Wassergehalts wurden alle Eier aus diesem Jahr bei 50°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die auf Trockengewichtsbasis ermittelten Konzentrationen wurden anschließend auf Frischgewicht umgerechnet (Wassergehalt der Eier: 80%). Alle Konzentrationsangaben erfolgen in ng g⁻¹ Frischmasse Ei. Die hohen Leberwerte des Kükens (Tab. 1) wurden durch Kontrollanalysen abgesichert.

3. Ergebnisse

Die Insektizide Σ DDT und Σ Chlordane/Nanochlor erreichten mit im Mittel 175,6 bzw. 9,3 ng g⁻¹ die bei Weitem höchsten Konzentrationen (Tab. 1, 2). Die Σ

DDT-Gehalte wurden zu annähernd 95% durch p,p'-DDE (166,3 ng g⁻¹) bestimmt. Die p,p'-DDT-Konzentration war, wie auch die von Σ HCH, hingegen gering. Dementsprechend ergibt sich ein DDT zu DDE-Verhältnis von im Mittel 7,9 \pm 5,8. Auffallend ist die sehr unterschiedliche Kontamination der zwei annähernd synchron, innerhalb von nur ca. zwei Wochen, gezeitigten Gelege eines im Vorjahr in der Esterweger Dose erbrüteten Paares (Nest 7 bzw. Nest 8 in Tab. 1). Die Eiablagefolge ist unbekannt.

Die Kontamination der Leber eines in 2004 kurz vor dem Schlupf abgestorbenen Embryos war extrem hoch, während ein Geschwister, das im Alter von gut sechs Wochen von einem Wanderfalken (*Falco peregrinus*) in der Esterweger Dose geschlagen wurde (He 6362167), vergleichsweise geringe Gehalte aufwies (Tab. 1). Ein weiteres Geschwister brütete in den Jahren 2005 – 2007 erfolgreich in der Esterweger Dose.

Tab. 2: Kontamination von Goldregenpfeifereiern aus der Esterweger Dose, Niedersachsen, 2003-2006 im Vergleich zur Kontamination von Eiern anderer Watvogelarten. Für die Goldregenpfeifer aus der Esterweger Dose wurde der Mittelwert aus den Mittelwerten der in 2003 – 2006 beprobten Gelege angegeben, wobei die Daten aus 2004 unberücksichtigt blieben (vgl. Tab. 1). Angegeben sind die mittleren Konzentrationen \pm 1sd in ng g⁻¹ Frischmasse Ei. ¹⁾ In ng g⁻¹ Frischmasse umgerechnete Daten, Annahmen: Trockenmasse = 0,26 x Frischmasse bzw. Fettmasse = 0,09 x Frischmasse (vgl. Mattig et al. 1996); ²⁾ Σ 62 PCBs (s. Methoden); ³⁾ Σ 8 PCBs (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 158, PCB 180, PCB 194; IUPAC Nummern). Σ DDT: 3 Metaboliten: p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE; ⁴⁾ zudem o,p'-DDE; ⁵⁾ zudem o,p'-DDT, o,p'-DDD. – Contaminant concentrations in Eurasian Golden Plover eggs from the Esterweger Dose, Lower Saxony, Germany, in comparison to contaminant concentrations of eggs in other wader species. Eurasian Golden Plover: given are mean values across clutches \pm 1 standard deviation, 2003 - 2006, excluding data from 2004 (see Table 1). Concentrations are expressed in ng g⁻¹ fresh egg mass. ¹⁾ Data from the literature were converted to fresh mass basis assuming dry mass = 0.26 x wet mass and lipid mass = 0.09 x wet mass, respectively (see Mattig et al. 1996); ²⁾ Σ 62 PCBs (see method); ³⁾ Σ 8 PCBs (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 158, PCB 180, PCB 194; IUPAC numbers). Σ DDT = sum of three metabolites: p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE; ⁴⁾ plus o,p'-DDE; ⁵⁾ plus o,p'-DDT, o,p'-DDD.

Art species	Ort, Jahr der Beprobung location/year	Hg	HCb	Σ HCH	Σ PCB	Σ DDT	p, p' DDE	p, p' DDT	Quelle source
Goldregenpfeifer <i>Pluvialis apricaria</i>	Esterweger Dose 2003-2006	19,7 \pm 16,7	3,5 \pm 1,2	0,5 \pm 0,7	97,2 \pm 90,0 ²⁾	175,6 \pm 189,1	166,3 \pm 184,6	7,8 \pm 5,0	diese Studie this study
Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i>	Niederrhein 1994	122,0 \pm 24,1	78,8 \pm 25,8	18,9 \pm 4,8	2.869,3 \pm 1.380,1 ²⁾	129,4 \pm 35,6 ⁵⁾	101,7 \pm 26,9	19,5 \pm 15,7	Exo et al. 1998
	Dollart 2000	125,0 \pm 15,4	11,7 \pm 4,4	4,7 \pm 1,1	1.428,2 \pm 230,3 ²⁾	97,9 \pm 17,2	94,9 \pm 16,6	1,3 \pm 0,4	Becker et al. 2001
	Hullen 2000	358,2 \pm 64,6	17,3 \pm 6,5	15,4 \pm 3,3	1.127,4 \pm 222,1 ²⁾	131,9 \pm 34,9	126,2 \pm 34,8	3,8 \pm 1,2	Becker et al. 2001
Säbelschnäbler <i>Recurvirostra avosetta</i>	Spiekeroog 1993 ¹⁾	58	15	5	150 ³⁾	183 ⁴⁾	172		Mattig et al. 2000
Kiebitzregenpfeifer <i>Pluvialis squatarola</i>	Lena Delta (Yakutien) 1997	68,7 \pm 13,1	20,2 \pm 17,4	99,2 \pm 80,3	57,0 \pm 15,0 ²⁾	226,1 \pm 172,1	205,0 \pm 144,5	16,6 \pm 22,5	Exo et al. 2000
Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	Nienburg 1984		15	15	468	10		8	Beyerbach et al. 1988
Alpenstrandläufer <i>Calidris alpina</i>	Gamvik (N-Norwegen) 1993 ¹⁾	93	8	5	183 ³⁾	77 ⁴⁾	75		Mattig et al. 2000
Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	Spiekeroog 1993 ¹⁾	60	6	8	387 ³⁾	164 ⁴⁾	157		Mattig et al. 2000

4. Diskussion

Mit Ausnahme der Gehalte in der Leber eines im Jahr 2004 kurz vor dem Schlupf abgestorbenen Embryos (s. u.; Tab. 1) ist die Kontamination mit Umweltchemikalien durchweg als gering einzustufen. Im Vergleich der Biozide höhere Konzentrationen wurden für die Insektizide Σ DDT und Σ Chlordane/Nanochlor nachgewiesen, während die Σ HCH-Kontamination mit im Mittel nur $0,5 \text{ ng g}^{-1}$ sehr gering war. Σ HCH wurde nur in 5 der 18 untersuchten Eiern nachgewiesen. Bei Brutvögeln des Wattenmeeres lagen die PCB-Konzentrationen meist um den Faktor 10 über denjenigen von Σ DDT (vgl. Tab. 2). Bei den in der Esterweger Dose brütenden Goldregenpfeifern wurde hingegen eine annähernd doppelt so hohe Kontamination mit DDT ermittelt. Goldregenpfeifer ernähren sich über weite Teile des Jahres überwiegend auf agrarisch genutzten Flächen. Ihre häufigsten Beutetiergruppen sind Käfer und Tipuliden einschließlich deren Larven sowie Regenwürmer (Byrkjedal & Thompson 1998; Whittingham et al. 2000). Goldregenpfeifer sind damit typischen Industriechemikalien wie PCB weniger stark ausgesetzt als Brutvögel des Wattenmeeres, die sich vorwiegend marin ernähren. Vergleichbare Kontaminationsmuster und eine Dominanz von Insektiziden wurden bspw. auch in Eiern von Säbelschnäblern (*Recurvirostra avosetta*) und Kiebitzregenpfeifern (*Pluvialis squatarola*) gefunden (Tab. 2).

Die Σ DDT-Kontamination wurde zu annähernd 95% durch die p,p'-DDE-Konzentration bestimmt. Dies deutet darauf hin, dass es sich nicht um eine „akute“ mit der Nahrung im Brutgebiet aufgenommene Kontamination handelt (p,p'-DDT wird zu p,p'-DDE oxidiert, so dass der p,p'-DDT zu p,p'-DDE-Quozient mit der Zeit abnimmt). Die Kontamination dürfte vielmehr aus südlichen Überwinterungsgebieten stammen. Der Einsatz von DDT ist in den meisten westlichen Industriestaaten seit mehreren Jahrzehnten verboten. Die erhöhten Gehalte könnten auf eine illegale Anwendung in Südeuropa und/oder afrikanische Winterquartiere hindeuten, wo der Einsatz von DDT bspw. weiterhin zur Malariaabekämpfung zugelassen ist (s. Stockholmer Konvention aus dem Jahr 2001: <http://www.pops.int/documents/registers/ddt.htm>). Die genaue Lage der Winterquartiere niedersächsischer Goldregenpfeifer ist unbekannt, Fernfunde beringter Vögel liegen nicht vor. Ihre Überwinterungsgebiete dürften größtenteils in Südeuropa (- Nordafrika, hauptsächlich Marokko) liegen (Byrkjedal & Thompson 1998; Delany et al. 1999; Jukema et al. 2001; Linsley et al. 2001). Die Winterverteilung wird stark durch die jährlichen Witterungsverhältnisse beeinflusst: In milden Wintern bleibt der Großteil der Goldregenpfeifer in Mitteleuropa, während sie in Kälte winters weiter südlich überwintern (z. B. Jukema & Hulscher 1988; Piersma & Lindström 2004). Dietrich et al. (1997) belegen an Hand einzelner PCB-Kongenerne, dass die Umweltkontaminanten in Eiern des Säbel-

schnäblers teilweise aus südeuropäischen Winterquartieren stammten, z. T. aber auch aus dem Brutgebiet. Ähnlich dürfte es sich beim Goldregenpfeifer verhalten. Die Eiablagefolge der beiden Gelege eines in 2006 beobachteten Paares ist leider nicht bekannt. Bei Betrachtung der Einzelwerte fällt aber auf, dass zwei Eier des Geleges 7 bei annähernd allen untersuchten Substanzen einheitlich deutlich höhere Rückstände aufwiesen als die beiden übrigen Eier wie auch die vier Eier des zweiten Geleges (Nr. 8; vgl. Tab. 1).

Auch wenn die p,p'-DDE-Konzentration im Vergleich zu den übrigen Umweltchemikalien als hoch einzustufen ist, dürfte sie nicht embryotoxisch gewirkt haben. Embryotoxische Wirkungen werden erst für Konzentrationen von > 500 bis $> 6.000 \text{ ng g}^{-1}$ angenommen (Becker et al. 2001). Pearce et al. (1979) berichten über eine Reduktion des Schlupferfolgs bei Flussseseschwalben (*Sterna hirundo*) ab Konzentrationen von $> 25.000 \text{ ng g}^{-1}$. Mit im Mittel $166,3$ (Tab. 2; Spannweite $32,6 - 697,0 \text{ ng g}^{-1}$) lag die ermittelte Konzentration weit unter den oben angegebenen Grenzwerten. Dasselbe gilt für alle übrigen untersuchten Substanzen inkl. Σ Chlordane/Nanochlor (vgl. Becker et al. 2001).

Schwer einzustufen bzw. nicht erklärbar ist die extrem hohe Kontamination der Leber eines in 2004 kurz vor dem Schlupf abgestorbenen Embryos, zumal ein etwa sechs Wochen altes Geschwister vergleichsweise geringe Gehalte aufwies (Tab. 1). Zwar entsprechen die höheren Konzentrationen im Embryo als im Ei sowie ihr Rückgang im älteren Küken im Vergleich zum Embryo den Erwartungen (vgl. Becker & Sperveslage 1989), doch kann in diesem Fall nicht ausgeschlossen werden, dass die DDE-Kontamination embryotoxisch wirkte (s. o., vgl. z. B. Conrad 1979). Für alle übrigen Schadstoffe ist aber auch bei diesem Küken keine toxische Wirkung anzunehmen.

Fazit und Vorschläge für weiterführende Schutzmaßnahmen

Insgesamt gesehen ergaben sich geringe Schadstoffgehalte und damit keine Hinweise auf eine Reduktion des Schlupf- und Bruterfolgs von in der Esterweger Dose brütenden Goldregenpfeifern in Folge einer Kontamination mit Umweltchemikalien. Die in erster Linie während der Bebrütung und in den ersten zwei Lebenswochen der Jungvögel auftretenden Verluste sind vielmehr vorwiegend auf Prädation, vor allem durch Rotfüchse, und Geleazerstörungen in Folge maschinellen Torfabbaus zurückzuführen (Heckenroth & Zang 1995; Degen 2003, 2006; Exo 2005). Wie insbesondere die seit 2004 intensivierten Schutzmaßnahmen belegen (Degen 2004, 2005, 2006), können die Verluste durch eine intensive „individuelle“ Nest- und Jungenbewachung und Nestschutzmaßnahmen in enger Zusammenarbeit mit der Torfindustrie deutlich verringert und auch Reproduktionsraten von > 1 Jungvogel pro Paar erzielt werden. Mit einer Reproduktionsrate von $> 0,9$ Jungvögeln

pro Paar kann die Zielvorgabe des Niedersächsischen Artenschutzprogramms – die Verdopplung des Brutbestandes bis zum Jahr 2013 (Schlumprecht & Südbeck 2002) – erreicht werden (Details s. Exo 2005). Die Population kann aber nur erhalten werden, wenn der Bruterfolg langfristig gesichert werden kann. Hierzu sind neben einer Optimierung und vor allem auch langfristigen Absicherung der Schutzmaßnahmen am Nest nachhaltige Habitatschutzmaßnahmen notwendig, bspw. Erhalt der Vegetation in den Gräben (kein jährliches Grubbern oder Fräsen) und Anlage großflächiger offener Renaturierungsflächen mit trockenen Neststandorten in den aus der Nutzung genommenen Gebieten (Details s. Degen 2006). Ein derartiges Schutzprogramm ist umgehend zu etablieren (vgl. NLWKN 2006). Der Goldregenpfeifer gehört zu den prioritären Vogelarten, für deren Erhaltung in Deutschland zusätzliche Anstrengungen notwendig sind und für die bereits ein internationales Schutzprogramm erarbeitet wurde (Boye et al. 2005). Zugleich ist es dringend erforderlich, dass die Jagd auf Limikolen eingestellt wird. Der Goldregenpfeifer wird derzeit weiterhin in sieben EU-Staaten bejagt, allein in Frankreich wurden 2003/04 noch weit über 60.000 Goldregenpfeifer als geschossen gemeldet (Hirschfeld & Heyd 2005; vgl. auch Zusammenstellung in Linsley et al. 2001). Nicht abgeschätzt werden kann derzeit, wie sich die langfristige Klimaerwärmung auf den Bruterfolg und die Bestandsentwicklung auswirkt (z. B. Pearce-Higgins et al. 2005).

Dank. Dem NLWKN, Frau D. Stiefel und Herrn H. Wreesmann oblag die Betreuung des Niedersächsischen Goldregenpfeiferschutzprogramms. T. Lüken unterstützte die Feldarbeiten maßgeblich.

5. Zusammenfassung

Aus dem niedersächsischen Brutgebiet Esterweger Dose wurden von 2003 bis 2006 18 Eier aus nicht oder nur teilweise geschlüpften Gelegen sowie die Lebern eines Embryos und eines Kükens des Goldregenpfeifers auf Rückstände an Umweltchemikalien untersucht. Die Organohalogene (HCB, Σ PCB, Σ HCH, Σ DDT, Σ Chlordane und Nonachlore) sowie das Schwermetall Quecksilber wurden in sehr geringen Konzentrationen nachgewiesen. Nur die Leber des Embryos wies sehr hohe Konzentrationen an DDT und Metaboliten auf. Im Vergleich zur Kontamination der Eier anderer Watvogelarten sind die Konzentrationen der Umweltchemikalien in Goldregenpfeifereiern der Esterweger Dose als gering und den Reproduktionserfolg nicht gefährdend einzustufen.

6. Literatur

Becker PH 2003: Biomonitoring with birds. In: Markert BA, Breure AM & Zechmeister HG (eds): Bioindicators and Biomonitoring - Principles, Assessment, Concepts: 677-736. Elsevier, Oxford.

- Becker PH & Sperveslage H 1989: Organochlorines and heavy metals in Herring Gull (*Larus argentatus*) eggs and chicks from the same clutch. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 42: 721-727.
- Becker PH, Muñoz Cifuentes J, Behrends B & Schmieder KR 2001: Contaminants in Bird Eggs in the Wadden Sea. Spatial and Temporal Trends 1991-2000. Wadden Sea Ecosystem No. 11, Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven.
- Beyerbach M, Büthe A, Heidmann WA, Knüwer H & Rüssel-Sinn HA 1988: Belastung des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) mit Dieldrin und anderen chlorierten Kohlenwasserstoffen. J. Ornithol. 129: 353-361.
- Boobyer G 1991: Population trends of the Golden Plover *Pluvialis apricaria* in Britain. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Boye P, Krüger T & Südbeck P 2005: Vogelschutzprogramme in Deutschland: Übersicht, Bilanz und Perspektiven – Ergebnisse einer Fachtagung. Ber. Vogelschutz 42: 141-158.
- Byrkjedal I & Thompson DBA 1998: Tundra Plovers – The Eurasian, Pacific and American Golden Plovers and Grey Plovers. T & AD Poyser Ltd, London.
- Conrad B 1979: Hohe Pestizidrückstände in tot aufgefundenen Sperbern (*Accipiter nisus*) als mögliche Todesursache. Vogelwarte 30: 21-28.
- Degen A 2003: Goldregenpfeifer-Schutzprogramm 2003. Bestand, Bestandsentwicklung, Brutbiologie, Jungenführung, Habitatwahl und Prädation. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landes Niedersachsen.
- Degen A 2004: Goldregenpfeifer-Schutzprogramm 2004. Gutachten über die Effektivität bestimmter Maßnahmen zum Schutz des Goldregenpfeifers im Jahre 2004 im EU-Vogelschutzgebiet V 14 „Esterweger Dose“. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landes Niedersachsen.
- Degen A 2005: Goldregenpfeifer-Schutzprogramm 2005. Gutachten über die Effektivität bestimmter Maßnahmen zum Schutz des Goldregenpfeifers im Jahre 2004 in den EU-Vogelschutzgebieten V 14 „Esterweger Dose“, V 13 „Dalum-Wietmarscher- und Georgsdorfer Moor“ sowie V 40 „Diepholzer Moorniederung Teilgebiet Uchter Moor“. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landes Niedersachsen.
- Degen A 2006: Goldregenpfeifer-Schutzprogramm 2006: Gutachten über die Effektivität bestimmter Maßnahmen zum Schutz des Goldregenpfeifers in den EU-Vogelschutzgebieten V 14 „Esterweger Dose“, V 13 „Dalum-Wietmarscher- und Georgsdorfer Moor“ sowie V 40 „Diepholzer Moorniederung Teilgebiet Uchter Moor“. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landes Niedersachsen.
- Delany SN, Reyes C, Hubert E, Pihl S, Rees E, Haanstra L & van Strien A 1999: Results from the International Wader Census in the Western Palearctic and Southwest Asia, 1995 and 1996. Wetlands International Publ. 54, Wageningen, The Netherlands.
- Dietrich S, Büthe A, Denker E & Hötter H 1997: Organochlorines in eggs and food organisms of avocets (*Recurvirostra avosetta*). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 58, 219-226.
- Exo K-M 2005: Die Brutpopulation des Goldregenpfeifers *Pluvialis apricaria* im westlichen Kontinentaleuropa: zum Aussterben verurteilt? Vogelwelt 126: 161-172.
- Exo K-M, Becker PH & Sommer U 1998: Umweltchemikalien in Eiern von Binnenland- und Wattenmeerbrütern des Austernfischer (*Haematopus ostralegus*). J. Ornithol. 139: 401-405.

- Exo K-M, Becker PH & Sommer U 2000: Organochlorine and mercury concentrations in eggs of grey plovers (*Pluvialis squatarola*) breeding in the Lena Delta, north-east Sibiria, 1997. *Polar Research* 19: 261-265.
- Exo K-M & Wennerberg L 2006: Genetische Struktur und Variabilität des Goldregenpfeifers (*Pluvialis apricaria*). *Jber. Institut Vogelforschung* 7: 20.
- Hagemeijer WJM & Blair MJ 1997: The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance. T & AD Poyser, London.
- Heckenroth H & Zang H 1995: Goldregenpfeifer *Pluvialis apricaria*. In: Zang H, Großkopf G & Heckenroth H (Hrsg.): Die Vögel Niedersachsens, Austernfischer bis Schnepfen. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen B, H. 2.5.: 96-109.
- Heldbjerg H & Grell MB 2002: Forslag til forvaltningsplan for den danske ynglebestand af Hjejle *Pluvialis apricaria*. Unveröff. Bericht, Dansk Ornithologisk Forening, København.
- Hirschfeld A & Heyd A 2005: Jagdbedingte Mortalität von Zugvögeln in Europa: Streckenzahlen und Forderungen aus Sicht des Vogel- und Tierschutzes. *Ber. Vogelschutz* 42: 47-74.
- Jukema J & Hulscher JB 1988: Terugmeldingskans van geringde Goudplevieren *Pluvialis apricaria* in relatie tot de strengheid van de winter. *Limosa* 61: 85-90.
- Jukema J, Piersma T, Hulscher JB, Bunschoeke EJ, Koolhaas A & Veenstra A 2001: Goudplevieren en wilsterflappers: eeuwenoude fascinatie voor trekvogels. *Fryske Akademy, Utrecht*.
- Leyrer J & Exo K-M 2003: Untersuchungen zur Nahrungshabitatwahl und populationsbiologische Betrachtung der Situation mitteleuropäischer Goldregenpfeifer (*Pluvialis apricaria*) in Niedersachsen. Unveröff. Bericht, Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven.
- Linsley MD, Kirby JS & Hagemeijer EJM 2001: Status report for Golden Plover *Pluvialis apricaria*. *Wetlands International, Wageningen, The Netherlands*.
- Mattig FR, Becker PH, Biets H & Gießing K 1996: Schadstoffanreicherung im Nahrungsnetz des Wattenmeeres. *Umweltbundesamt, Forschungsbericht 10802085/21, TP A4.5, Berlin*.
- Mattig FR, Rösner H-U, Gießing K & Becker PH 2000: Umweltchemikalien in Eiern des Alpenstrandläufers (*Calidris alpina*) aus Nordnorwegen im Vergleich zu Eiern von Brutvogelarten des Wattenmeeres. *J. Ornithol.* 141: 361-369.
- NLWKN (Hrsg.) 2006: 25 Jahre Niedersächsisches Moorschutzprogramm – eine Bilanz. *Inform. d. Naturschutz Niedersachs.* 26: 154-180.
- Olesen O 2004: Hjejle *Pluvialis apricaria*. In: Grell MB, Heldbjerg H, Rasmussen B, Stabell M, Tofft J & Vikstrøm T: [Rare and threatened breeding birds in Denmark, status 1998-2003.] *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 98: 45-100 (dänisch).
- Pearce JA, Peakall DB & Reynolds LM 1979: Shell thinning and residue of organochlorines and mercury in seabird eggs, eastern Canada, 1970-79. *Pestic. Monitor. J.* 13: 61-68.
- Pearce-Higgins JW, Yalden DW, & Whittingham MJ 2005: Warmer springs advance the breeding phenology of Golden Plovers *Pluvialis apricaria* and their prey (Tipulidae). *Oecologia* 143: 470-476.
- Piersma T & Lindström Å 2004. Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change. *Ibis* 146 (suppl. 1): 61-69.
- Schlumprecht H & Südbeck P 2002: Indikatoren: Messzahlen zur Qualität einer nachhaltigen Entwicklung – Chance oder Gefahr? *Ber. Vogelschutz* 39: 61-75.
- Stiefel D 2003: Neue Impulse im niedersächsischen Goldregenpfeiferschutz. *Natur und Landschaft* 78: 180.
- Wennerberg L & Exo K-M 2004: Pilotstudie zur genetischen Struktur und Variabilität des Goldregenpfeifers (*Pluvialis apricaria*). – National Centre for Biosystematics, Oslo, und Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven. Unveröff. Bericht.
- Whittingham MJ, Percival SM & Brown AF 2000: Time budget and foraging of breeding golden plover *Pluvialis apricaria*. *J. Appl. Ecol.* 37: 632-646.