

Rückstände chlorierter Kohlenwasserstoffe in Eiern einer Kolonie der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) vom Bodensee

Organochlorines in eggs of Common Terns (*Sterna hirundo*) at the Lake of Constance

Von Herbert Stark

Key words: *Sterna hirundo*, organochlorines in 1976 and 1985 Lake of Constance, North Sea German Coast.

Summary

STARK, H. (1992): Organochlorines in eggs of Common Terns (*Sterna hirundo*) at the Lake of Constance. Ecol. Birds 14: 113-120.

Concentrations of residues of HCB, p, p-DDE, Dieldrin, Heptachlorepoxyd, Heptachlor and Aldrin were analysed in 9 eggs of Common Terns at the Lake of Constance and compared with residues, analysed in 1976 from the same colony. Generally levels of all of those organochlorines were found (table 1), but in comparison with 1976 there was a decrease of levels in the colony. A comparison with residues found on the Northsea coast showed that the concentrations of Lindan, p, p-DDE and PCB were within the range found in the Elbe Estuary and the Helgoland Bight.

Zusammenfassung

STARK, H. (1992): Rückstände von chlorierten Kohlenwasserstoffen in Eiern einer Flußseeschwalben- (*Sterna hirundo*)-Kolonie am Bodensee. Ökol. Vögel 14: 113-120.

Im Naturschutzgebiet Wollmatinger Ried bei Konstanz am Bodensee wurden die Pestizidrückstände von HCB, p, p-DDE, Dieldrin, Heptachlorepoxyd, Heptachlor und Aldrin in 9 Eiern der Flußseeschwalbe untersucht und mit Messungen aus der gleichen Kolonie von 1976 verglichen. Es konnte generell bei allen Chlorkohlenwasserstoffen ein Rückgang festgestellt werden, jedoch zeigte sich gegenüber 1976 auch eine Ausbreitung der Pestizidbelastung in der gesamten Kolonie. Ein Vergleich mit Rückständen aus Populationen der deutschen Nordseeküste zeigte, daß die am Bodensee gefundenen Rückstände von Lindan, DDT bzw. p, p-DDE und PCB im Bereich der Werte aus der stark belasteten Elbmündung und Helgoländer Bucht liegen.

Anschrift des Verfassers:

Herbert Stark, Hardtstraße 34, 7750 Konstanz.

1. Einleitung

Die Flußseeschwalbe steht am Ende einer aquatischen Nahrungskette, die für die Verteilung und Dynamik von Pestiziden in der Umwelt von großer Bedeutung ist. Vogeleiern haben bei der Entdeckung und Beurteilung der Pestizidbelastung unserer Umwelt schon lange eine besondere Rolle gespielt. Eischalenverdünnung infolge hoher Belastung z.B. mit DDT sind seit den Arbeiten von RATCLIFFE (1958, 1970) am Wanderfalken (*Falco peregrinus*) hinlänglich bekannt und auch bei vielen anderen Vogelarten nachgewiesen worden (z.B. Übersicht PRINZINGER & PRINZINGER 1979). Pestizide werden über den Wasserkreislauf leicht transportiert, in bestimmten Kompartimenten konzentriert und großräumig verteilt. Ein Gewässer ist somit ein offenes System mit einem ständigen Input und Output. Den Übergang von aquatischen Systemen in terrestrische Systeme stellen viele fischfressende Vögel dar. Die Flußseeschwalbe z.B. ist an Binnengewässern wie dem Bodensee ein ausgesprochener Fischkonsument und damit so ein Bindeglied.

2. Material und Methode

Basierend auf den ersten Pestizid-Untersuchungen von FRIEDRICH (1976) wurden 1985 aus derselben Kolonie im Naturschutzgebiet Wollmatinger Ried die Rückstände von HCB, Lindan, Heptachlor, Aldrin, Heptachlorepoxyd, p, p-DDE, Dieldrin und PCB's in 9 Eiern untersucht. Aus Artenschutzgründen wurden nur unbebrütete Eier, die z.B. nicht befruchtet waren oder in denen die Embryonen abgestorben waren, gesammelt. Die Sammlung der Eier erfolgte aufgrund täglicher Beobachtungen (STARK 1986), nachdem sicher war, daß diese Eier nicht mehr bebrütet wurden. 2 Eier wurden am 30. 5. 85, 4 am 5. 6. 85 und 3 am 21. 6. 85 gesammelt.

Die Untersuchungen wurden freundlicherweise wie 1976, vom Tierhygienischen Institut in Freiburg gaschromatografisch durchgeführt. Die Methodik ist in CONRAD (1977) ausführlich beschrieben. Alle Rückstandsmengen sind in mg/kg (ppm) Trockensubstanz angegeben.

Mein Dank gilt der chemischen Abteilung des Tierhygienischen Instituts Freiburg für die Analyse der Eier und hier besonders ihrem Leiter, Herrn Dr. F. BAUM.

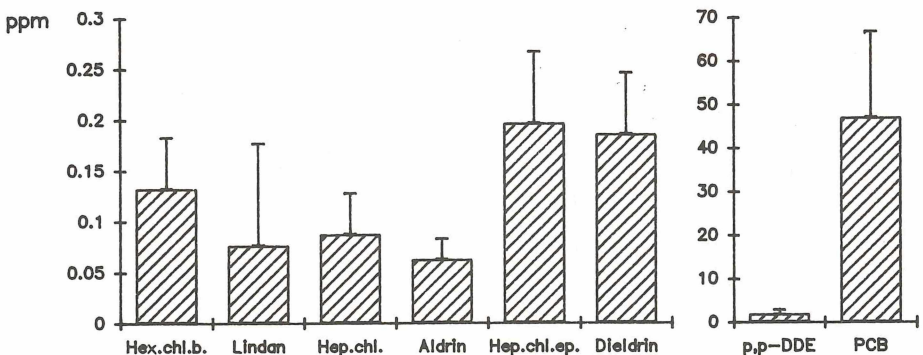


Abb. 1. Die 1985 gemessenen Rückstände von HCB, Lindan, Heptachlor, Aldrin, Heptachlorepoxyd, p, p-DDE und PCB's in ppm bezogen auf Trockensubstanz.

Fig. 1. Residues of HCB, Lindan, Heptachlor, Aldrin, Heptachlorepoxyd, p, p-DDE and PCB's in 1985 (ppm, dry weight).

3. Ergebnisse

Mit Ausnahme von Aldrin ließen sich in allen Eiern Rückstände der geprüften Pestizide nachweisen. Die Eier waren dabei am stärksten mit p, p-DDE sowie mit PCB's kontaminiert (Abb. 1).

3.1 Vergleich der 1976 und 1985 gefundenen Rückstände

Der aus Tab. 1 ersichtliche Vergleich zeigt den generellen Rückgang bei allen Substanzen. Hochsignifikant ($p < 0.001$, U-Test) unterscheiden sich die Werte bei Heptachlor, HCB, Heptachlorepoxid und Aldrin. Ebenfalls signifikant nahmen Dieldrin, p, p-DDE und die PCB's ($p < 0.005$) ab. Die am stärksten zu beachtende Gruppe stellen die polychlorierten Biphenyle (PCB) dar. Die Werte liegen 1985, wie auch 1976, sehr hoch. Weiterhin fällt im Vergleich zu 1985 auf, daß 1976 die geprüften Pestizide nicht in jedem Ei nachweisbar waren. Aldrin z.B. konnte 1976 lediglich in 9 von 15 Eiern nachgewiesen werden (60%), während 1985 8 Eier von 9 (88,9%) mit Aldrin belastet waren. Die restlichen Substanzen konnten 1985 in jedem Ei nachgewiesen werden. Die Belastung der Eier von 1985 nahm im Durchschnitt zwar ab; es fand aber eine Ausbreitung der Pestizidbelastung in der Population statt.

Tab. 1. Die 1976 und 1985 gefundenen Rückstände von HCB, Lindan, Heptachlor, Aldrin, Heptachlorepoxid, p, p-DDE, Dieldrin und PCB's in ppm bezogen auf Trockensubstanz.
Tab. 1. The Residues of HCB, Lindan, Heptachlor, Aldrin, Heptachlorepoxid, p, p-DDE, Dieldrin and PCB's in 1985 and 1976 (ppm, dry weight)

Pestizid	1976	n	1985	n
Hexachlorbenzol	0.57 ± 0.37	15	0.133 ± 0.05	9
Lindan			0.077 ± 0.04	9
Heptachlor	0.12 ± 0.05	12	0.088 ± 0.04	9
Aldrin	0.11 ± 0.05	9	0.063 ± 0.02	8
Heptachlorepoxid	0.41 ± 0.25	13	0.197 ± 0.07	9
p, p -DDE	17.23 ± 24.84	14	2.001 ± 1.01	9
Dieldrin	1.7 ± 1.15	12	0.186 ± 0.06	9
PCB	63.8 ± 38.03	15	47.1 ± 19.7	9

3.2 Vergleich von Lindan, Hexachlorbenzol, Σ DDT und PCB' mit Rückständen aus verschiedenen Küstenpopulationen (nach BECKER, BÜTHE & HEIDMANN 1985)

BECKER, BÜTHE & HEIDMANN (1985) untersuchten bei sieben ausgewählten Seevogelarten (u. a. die Flußseeschwalbe) in sieben verschiedenen Regionen der deutschen Wattenmeerküste die Schadstoffbelastung von Eiern mit Hexachlorbenzol (HCB), Lindan (γ-HCH), DDT und Metaboliten und polychlorierten Biphenylen (PCBs). Es bietet sich an, diese Werte mit den in der Bodensee-Kolonie gefundenen

Tab. 2. Minimale und maximale Gehalte an chlorierten Kohlenwasserstoffen in Eiern der Flußseeschwalbe aus verschiedenen Küstenkolonien und der Bodenseekolonie. Alle Werte sind in ppm, bezogen auf Trockengewicht ausgedrückt bzw. umgerechnet. Ziffern in Klammern beziehen sich auf die verschiedenen Regionen der Küstenpopulationen (s. u.). Die Rückstände der Küstenkolonien stammen von Eiern, die 1981 gesammelt wurden.

Tab. 2. Minimum and maximum residues of organochlorines in eggs of the Northsea coast and in eggs of the Lake of Constance. The eggs of the Northsea coast were collected in 1981 (ppm, dry weight).

Pestizid	Küste 1981		Bodensee 1985
Lindan	0,005 – 0,055 0,005 – 0,040 0,010 – 0,050	(I – IV, VII) (VI) (V)	0,05 – 0,16
HCB	0,065 – 0,625 0,090 – 2,14 13,76 – 55,43	(I – IV, VII) (VI) (V)	0,07 – 0,21
Σ DDT	0,135 – 1,685 0,665 – 1,730 2,735 – 5,365	(I – IV, VII) (VI) (V)	0,71 – 3,5 (nur p, p-DDE)
PCB's	6,655 – 56,195 11,165 – 31,580 38,180 – 80,155	(I – IV, VII) (VI) (V)	22 – 90

Region I – IV: Ley-Bucht, Ostfriesische Inseln, Memmert, Juist, Baltrum, Langeoog, Wangerooge, Oldeog, Mellum und der Jadebusen.

Region V: Elbmündung

Region VI: Helgoländer Bucht

Region VII: Norderoog

Die Regionen I – IV und VII wurden wegen geringer Kontaminationen zusammengefaßt.

Werten zu vergleichen (Tab. 2). Da die Rückstandswerte bei BECKER, BÜTHE & HEIDMANN (1985) in ppm, bezogen auf Frischgewicht, ausgedrückt sind, werden diese nach BAUM (1981) mit dem Faktor 5 multipliziert, um mit den Werten, bezogen auf Trockengewicht annäherungsweise verglichen werden zu können.

Die Werte von Lindan, DDT bzw. p, p-DDE und PCB's liegen alle im Bereich der von BECKER, BÜTHE & HEIDMANN (1985) gefundenen Rückstände der stark belasteten Elbmündung und der Helgoländer Bucht. Hexachlorbenzol (HCB) liegt im Bereich der weniger belasteten Regionen I-IV (Ostfriesische Inseln) und VII (Norderoog).

4. Diskussion

Als Konsument dritter Ordnung ist die Flußseeschwalbe am Bodensee ein ausgesprochener Fischfresser. Schon allein die Art und Weise des Nahrungserwerbs, das Stoßtauchen aus geringer Höhe, macht dies ersichtlich. In der Brutsaison 1985 konnten bei Fütterungsbeobachtungen (STARK 1986) nur Fische unterschiedlicher Größe festgestellt werden, wobei der dreistachelige Stichling (*Gasterosteus aculeatus*)

und das Felchen (*Coregonus spec.*) am häufigsten vertreten waren. Nach GUNKEL (1981) findet bei Felchen (*Coregonus fera*) keine Depotfixierung in einem der Organe der Fische statt. Bei der von GUNKEL untersuchten Atrazinaufnahme über kontaminierte Nahrung wird das Pestizid bereits im Magen der Fische aufgenommen und über den Blutkreislauf verteilt. Es bildet sich ein geringer Atrazinpool im Fisch, während weiterhin aufgenommenes Atrazin über die Kiemen abgegeben wird. Es bildet sich bei diesem mäßig lipophilen Herbizid ein Gleichgewicht zwischen Abgabe des akkumulierten Atrazins und gleichzeitiger Neuaufnahme. Diese Prozesse sind sehr eng mit dem Wasseraustausch gekoppelt. Eine höhere Akkumulation von Atrazin in terrestrischen Tieren wird damit denkbar. Der generelle Rückgang der untersuchten Substanzen hängt u.a. sicherlich auch mit dem Anwendungsverbot in der BRD zusammen. Besonders deutlich wird dies beim p, p-DDE (dem Hauptstoffwechselprodukt von DDT), welches in der BRD seit 1972 verboten ist. HCB ist in der BRD seit 1977 vollständig verboten. Im Gegensatz zum DDT, dessen Verbrauch in der dritten Welt eher gestiegen ist, hat HCB als fungizides Saatgutbeizmittel dort keine größere Bedeutung mehr (BAUM, F. pers. Mitt.).

Der Vergleich der Rückstände aus den Küstenpopulationen mit den Rückständen aus der Bodensee-Population zeigt generell die unterschiedliche Nutzung der Landschaft. Die insgesamt geringere Kontamination der Seevogelgelege aus den Regionen I-IV und VII spiegelt sicherlich die mehr agrarische und touristische Nutzung dieser Inseln wider. Die Elbe als der größte in der Bundesrepublik in die Nordsee einmündende Fluß trägt den größten Teil zum gesamten Stoffeintrag in die Deutsche Bucht bei (Umweltprobleme Nordsee 1980). Die hohe industrielle Nutzung des Elbeästuars läßt sich vor allem an den hohen Rückständen von HCB (z.B. als Nebenprodukt der Holzschutzmittelproduktion) und PCB's erkennen. Gerade die hohen PCB-Rückstände in den Ökosystemen Deutsche Bucht und Bodensee zeigen die Allgegenwärtigkeit dieser bisher uneingeschränkt verwendeten technischen Hilfsstoffe. Es ist mit Nachdruck zu fordern, daß das geplante Verbot der Anwendung und Herstellung von PCB's in der Europäischen Gemeinschaft möglichst bald in die Tat umgesetzt wird.

Interessant sind die Rückstände bei den Insektiziden Aldrin und Dieldrin, die aufgrund ihrer hohen Toxizität und der Verwendung als Saatgutbeizmittel in der BRD seit 1972 verboten sind. Diese beiden Substanzen werden bei mitteleuropäischen Vögeln nur selten gefunden. Die relative Persistenz dieser Pestizide (v.a. Aldrin) über den Zeitraum von 9 Jahren läßt den Schluß zu, daß es sich um Rückstände handelt, die aus den Überwinterungsgebieten stammen. Nach BECKER, CONRAD & SPERVESLAGE (1980) gingen in Silbermöweneiern von der Insel Mellum die Aldrinrückstände in den vergangenen Jahren signifikant zurück. Im Unterschied zur Flußseeschwalbe neigt die Silbermöwe (*Larus argentatus*) zu geringer Dispersion und verbleibt während der Wintermonate im Wattenmeer. Wie bei der Saatkrähe (*Corvus frugilegus*) und beim Kiebitz (*Vanellus vanellus*) spiegeln z.B. auch die Dieldrinrückstände in den Eiern eher die Belastung in den Wintergebieten wider (BEYERBACH, BÜTHE, HEIDMANN, DETTMER & KNÜWER 1987, BEYERBACH, BÜTHE, HEIDMANN, KNÜWER & RÜSSEL-SINN 1988, HEIDMANN, BEYERBACH, BÜTHE & KNÜWER 1988). Dies ist wiederum, wie beim DDT ein gutes Beispiel für die welt-

weite Verschleppung von chlorierten Kohlenwasserstoffen. Vögel als Konsumenten höheren Grades akkumulieren die schwer abbaubaren Pestizide in ihrem Körpergewebe, vor allem im Fettgewebe.

Schädigungen des Vogelorganismus durch Pestizide sind durch viele Untersuchungen belegt (vgl. Übersichtsarbeit von PRINZINGER & PRINZINGER 1979). Einzelne, die Fortpflanzungsbiologie der Flußseeschwalbe betreffende Untersuchungen, vor allem aus den Vereinigten Staaten und Kanada, seien hier zitiert. HAYS & RISEBROUGH (1972) stellten 1969 und 1970 bei einer Flußseeschwalben-Kolonie auf Great Gull-Island in der Nähe von New York viele Abnormalitäten bei frisch geschlüpften Jungen und Embryonen fest. Federmißbildungen, Federbrüche, 4 Extremitäten und schwere Schnabelmißbildungen wurden festgestellt. Da keine sonstigen Krankheitsanzeichen vorhanden waren, aber sehr hohe DDT-, PCB- und Quecksilberrückstände im Gewebe (2.1 ppm DDE und 25 ppm PCB, bezogen auf Frischgewicht) nachgewiesen wurden, waren die Autoren überzeugt, daß diese Anomalien durch Insektizide hervorgerufen wurden. PEAKALL, LINCER, BLOOM & BLOOM (1972) nahmen weiterhin an, daß die von HAYS & RISEBROUGH (1972) berichteten Mißbildungen auch auf genetische Schäden, wie z.B. Chromosomenbrüche, zurückzuführen sind. Bestätigt wurde diese mutagene Wirkung von PCB's mit Versuchen an Ringtauben, wo im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne PCB's mit einer mittleren Veränderungsrate von 0,8% die PCB-Gruppe eine mittlere Veränderungsrate von 1,8% aufwies. Verstärkt wurde diese Ansicht noch durch die Feststellung, daß die 2. Generation keine erhöhten PCB-Rückstände im Gewebe und in den Eiern hatten, aber dennoch eine erhöhte Embryonensterblichkeit gegenüber der 1. Generation aufwiesen.

Fox (1976) stellte am Buffalo See in Kanada Eischalenverdünnung bei Flußseeschwalben fest, die auf hohen DDE-Gehalt zurückzuführen war. Das Brechen der Eier und damit schlechter Bruterfolg waren die Folgen. NISBET & REYNOLDS (1984) fanden in Eiern, die in irgendeiner Weise geschädigt waren, höhere DDE-Gehalte, als in Eiern, die wahllos gesammelt wurden. Der durchschnittliche DDE-Gehalt der Bodenseeier von 1985 (2 ppm, bez. auf Trockengewicht) liegt weit unter der kritischen Konzentration (25 ppm, bez. auf Trockengewicht), die nach PEARCE, PEAKALL & REYNOLDS (1979) eine 20%ige Verdünnung der Eischale und Reduktion der Schlüpftrate zur Folge haben. Mißbildungen, wie oben beschrieben, konnte bei der kleinen Kolonie (47 Brutpaare 1985, STARK 1986) am Bodensee nicht gefunden werden. Einen Hinweis auf Pestizideinwirkungen liefern vielleicht unbefruchtete Eier oder nicht geschlüpfte Küken, die wegen Schnabelmißbildungen nicht schlüpfen konnten. Eine genauere Untersuchung dieser Zusammenhänge müßte noch erfolgen.

Aufgrund der wenigen Untersuchungen über Pestizidbelastungen von Vögeln in aquatischen Binnensee-Ökosystemen und der auch von anderen Autoren (OLSSON & REUTERGARDH 1986, BECKER, BÜTHE & HEIDMANN 1988) erwähnten Vorsicht zur Trendaussage läßt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse vom Bodensee noch kein Trend ausweisen. Vielmehr deutet die Ausbreitung der Pestizide in der Popula-

tion auf eine, wenn auch geringere, Gesamtbelastung der Population hin. Eine erneute Untersuchung der Pestizidbelastung 1990 ergibt vielleicht neue Erkenntnisse zur Trendaussage. Es sei hier noch einmal darauf hingewiesen, daß die größte Bedeutung den polychlorierten Biphenylen zukommt, die gewissermaßen die Belastung des Bodensees und der darin und davon lebende Organismen widerspiegeln.

Literatur

- BAUM, F. (1981): Chlorierte Kohlenwasserstoffe in wildlebenden Tieren und Nahrungsnetzen: Vorkommen, Bedeutung und Nachweis. Ökol. Vögel 3, Sonderheft: 65-71. — BECKER, P. H., A. BÜTHE & W. A. HEIDMANN (1985): Schadstoffe in Gelegen von Brutvögeln der deutschen Nordseeküste. I. Chlororganische Verbindungen. J. Orn. 126: 29-51. — BECKER, P. H., A. BÜTHE & W. A. HEIDMANN (1988): Rückgänge von Schadstoffgehalten in Küstenvögeln? J. Orn. 129: 104-106. — BECKER, P. H., B. CONRAD & H. SPERVERSLAGE (1989): Chlororganische Verbindungen und Schwermetalle in weiblichen Silbermöwen (*Larus argentatus*) und ihren Eiern mit bekannter Legefolge. Vogelwarte 35: 1-10. — BEYERBACH, M., A. BÜTHE, W. A. HEIDMANN, R. DETTMER & H. KNÜWER (1987): Chlorierte Kohlenwasserstoffe in Eiern und Lebern von Saatkrähen (*Corvus frugilegus*) aus niedersächsischen Brutkolonien. J. Orn. 128: 277-290. — BEYERBACH, M., A. BÜTHE, W. A. HEIDMANN, H. KNÜWER & H. A. RÜSSEL-SINN (1988): Belastung des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) mit Dieldrin und anderen chlorierten Kohlenwasserstoffen. J. Orn. 129: 353-361. — CONRAD, B. (1977): Die Giftbelastung der Vogelwelt Deutschland. Kilda Verlag, Greven. — Ders. (1981a): Zur Situation der Pestizidbelastung bei Greifvögeln und Eulen in der BRD. Ökol. Vögel 3, Sonderheft 1981: 161-167. — Ders. (1981b): Zur Bedeutung der Zugvögel als Transportvehikel für Umweltchemikalien. Ökol. Vögel 3, Sonderheft 1981: 143-147. — CUSTER, T. W., I. C. T. NISBET & A. J. KRYNITSKY (1983): Organochlorine residues and shell characteristics of Roseate Tern eggs, 1981. J. Field Orn. 54: 394-400. — CUSTER, T. W., R. M. ERWIN & C. STAFFORD (1983): Organochlorine residues in Common Tern eggs from Nine Atlantic Coast Colonies, 1980. Colonial Waterbirds 6: 197-204. — FRIEDRICH, W. (1977): Artenschutz am Beispiel der Flußseeschwalbe im Wollmatinger Ried. Ber. Int. Rat Vogelschutz Dtsch. Sekt. 17: 73-76. — FOX, G. A. (1976): Eggshell quality: its ecological and physiological significance in a DDE-contaminated Common Tern population. Wilson Bull. 88: 459-477. — GOCHFELD, M. (1975): Developmental defects in Common Terns of Western Long Island, New York. Auk 92: 58-65. — GUNKEL, G. (1981): Die Bedeutung aquatischer Nahrungsketten für die Akkumulation eines Pestizids. Ökol. Vögel 3, Sonderheft 81: 111-126. — HAYS, H. & W. RISEBROUGH (1972): Pollutant concentration in abnormal young terns from Long Island Sound. Auk 89: 19-35. — HEIDMANN, W. A., M. BEYERBACH, A. BÜTHE & H. KNÜWER (1988): Weitere Untersuchungen zur Belastung niedersächsischer Saatkrähen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen. J. Orn. 129: 231-235. — KING, K. A., LEFEVER, C. A. & M. MULHERN (1983): Organochlorine and metals residues in Royal Terns nesting on the central Texas coast. J. Field Orn. 54: 295-303. — NISBET, I. C. T. (1977): Courtship feeding and clutch size in Common Terns *Sterna hirundo*. In: B. STONEHOUSE (ed.), Evolutionary ecology, 101-109; London, Macmillan. — NISBET, I. C. T. (1982): Eggshell characteristics and organochlorine residues in Common Terns. Variations with egg sequence. Colonial Waterbirds 5: 139-143. — NISBET, I. C. T. & L. M. REYNOLDS (1984): Organochlorine residues in Common Terns and associated estuarine organisms. Massach., USA 1971-1981. Marine Environ. Research 11: 33-66. — OHLENDORF, H. M., F. C. SCHAFFNER, T. W. CUSTER & C. J. STAFFORD (1985): Reproduction and Organochlorine Contaminants in Terns at San Diego Bay. Col. Waterbirds 8: 42-53. — OLSSON, M. & L. REUTERGARDH (1986): DDT and PCB pollution Trends in the Swedish aquatic environment. Ambio 15: 103-109. — PEAKALL, D. B., J. L. LINCER, M. S. BLOOM & S. E. BLOOM (1972): Embryonic Mortality and Chromosomal Alterations caused by Arochlor 1254 in Ring Doves. Env. Health Persp. I: 103-104. — PEARCE, P. A., D. B. PEAKALL & L. M. REYNOLDS (1979): Shell thinning and residues of organochlorines and mercury in seabird eggs, eastern Canada,

1970-76. Pestic. Monit. J. 13: 61-68. — PRINZINGER, G. & R. PRINZINGER (1979): Pestizide und Brutbiologie der Vögel. Ökol. Vögel 1: 17-89— RATCLIFFE, D. A. (1958): Broken eggs in Peregrine eyeries. Brit. Birds 51: 23-26. — RATCLIFFE, D. A. (1970): Changes attribute to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some British Birds. J. Appl. Ecol. 7: 67-115. — Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1980): Umweltprobleme der Nordsee. W. Kohlhammer, Stuttgart. — SACHS, L. (1978): Statistische Auswertungsmethoden. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. — STARK, H. (1986): Zur Autökologie der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Wollmatinger Ried (Bodensee) unter bes. Berücksichtigung des Einflusses von künstl. Bruthilfen und Pestiziden auf den Bruterfolg. Staats-examenarbeit, Univ. Tübingen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Stark Herbert

Artikel/Article: [Rückstände chlorierter Kohlenwasserstoffe in Eiern einer Kolonie der Flußseeschwalbe \(*Sterna hirundo*\) vom Bodensee 113-120](#)