

Der Sperber und die Pestizide – ein Beitrag von den Britischen Inseln

Von Ian Newton

1. Einleitung

Dieser Beitrag soll eine Übersicht geben über die Veränderungen in Siedlungsdichte und Bruterfolg bei britischen Sperbern (*Accipiter nisus*), die im Zusammenhang mit der verbreiteten Anwendung von DDT und anderen chlororganischen Verbindungen auftreten. Er gründet vor allem auf Daten, die bereits ausführlicher an anderer Stelle veröffentlicht wurden (NEWTON 1974, NEWTON & BOGAN 1974, 1978), bezieht aber auch einige bisher unveröffentlichte Information mit ein. Der Sperber ist eine von drei Greifvogelarten, die auf den britischen Inseln merklich zu leiden hatten unter den chlororganischen Pestiziden. Die beiden anderen sind Wanderfalke (*Falco peregrinus*) und Merlin (*Falco columbarius*).¹⁾ Einige weitere Greife wurden weniger stark oder nur lokal beeinträchtigt.

Obwohl DDT bereits während des zweiten Weltkriegs als Insektizid benutzt wurde, kam es erst nach 1946 zu einer breiteren Anwendung in der britischen Agrarwirtschaft. Cyclodiene (z. B. Aldrin, Dieldrin, Heptachlor), Verbindungen mit stärkerer akuter Toxizität, wurden in größerem Maßstab erst nach 1955 eingesetzt, vor allem als Saatgut-Beizmittel. In den Jahren um 1960 erreichte die allgemeine Anwendung solcher Pestizide wohl ihren Höhepunkt. Später wurde ihr Gebrauch mehr und mehr eingeschränkt. So wurden z. B. ab 1962 die Cyclodiene durch freiwillige Übereinkunft bei der Saat von Sommergetreide nicht mehr benutzt. Hierbei spielte sicher die öffentliche Meinung eine wesentliche Rolle. Sie stand unter dem Eindruck der alljährlich im Frühling anfallenden Tausende toter Finken, Tauben und anderer Vögel, die sich rund um die Felder häuften, auf denen Aldrin oder Dieldrin eingesetzt worden waren. 1966 wurde Dieldrin auch für Desinfektionsbäder für Schafe verboten, vor allem wohl weil es in nennenswerten Dosen im für die menschliche Ernährung bestimmten Ham-

¹⁾ Anmerkung: Habichte (*Accipiter gentilis*) sind auf den britischen Inseln aus anderen Gründen sehr selten (vgl. KENWARD in diesem Band). Der Fischadler (*Pandion haliaetus*) gehört erst seit kurzer Zeit wieder zur britischen Fauna. Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) sind ausgestorben.

Anschrift des Verfassers:

Dr Ian Newton, Institute of Terrestrial Ecology, Monks Wood, Abbots Ripton, Huntingdon, England.

melfleisch nachgewiesen werden konnte. Ab 1974 wurden die Anwendungsverbote für die verschiedenen Cyclodiene auch auf die Saat von Wintergetreide ausgeweitet. In begrenztem Umfang dürfen sie aber für weitere Zwecke immer noch eingesetzt werden.

Auch die Anwendung von DDT unterlag im Laufe der Jahre ähnlichen Restriktionen. Es darf heute nur noch in geringem Umfang eingesetzt werden, vor allem gegen Tipuliden-Larven (Wiesen-Schnaken) auf Grünland und Rasen und gegen Rübenschädlinge.

Alle diese Einschränkungen in der Anwendung chlororganischer Verbindungen auf den britischen Inseln sind freiwillig. Sie beruhen auf Absprachen zwischen Herstellern, Händlern und Verbrauchern. Es gibt keine gesetzliche Handhabe gegen Leute, die sich entscheiden, solche Pestizide dennoch anzuwenden.

Zusätzlich zu den chlororganischen Pestiziden werden seit den Dreißiger Jahren polychlorierte Biphenyle (PCB's) in zunehmendem Maße eingesetzt als Weichmacher für industrielle Produkte, z. B. Anstrichfarben, Isolierstoffe und Schmiermittel. So wurden sie in der Umwelt weit verteilt. Sie sind chemisch den Pestiziden ähnlich und haben auch ähnliche Wirkungen auf Tiere. Nachdem ihre weite Verbreitung und ihre potentiell gefährlichen Eigenschaften bekannt geworden waren, wurde ihr Gebrauch ab 1970 eingeschränkt. Der wesentliche britische Hersteller, Monsanto, zog sie für alle, außer „geschlossene“ Systeme, zurück. Aus den übrig bleibenden Produkten gelangen PCB's nicht mehr so leicht wie früher in die Umwelt. Trotzdem gibt es leider weiterhin erhebliche Emissionen aus der Deponie und z. B. der Verbrennung von Produkten die früher unter Verwendung von PCB's hergestellt worden sind.

Daß chlororganische Pestizide eine Abnahme der Eischalendicke, des Bruterfolgs und der Populationen einiger Greifvogelarten verursachte steht heute außer Zweifel. Die Rolle der PCB's in diesem Zusammenhang ist weniger gut belegt. Es scheint möglich, daß sie bei den bisher festgestellten Dosen (noch) keinen schwerwiegenden Einfluß auf britische Greifvogelpopulationen ausüben.

2. Ergebnisse

2.1 Veränderungen der Populationsdichte

Früher war der Sperber überall auf den britischen Inseln verbreitet. Nur Turmfalken siedelten in höherer Dichte. In den Fünfziger Jahren jedoch verschwand der Sperber fast vollständig aus großen Teilen Englands und wurde in den übrigen Gebieten merklich seltener. Der Beginn dieser Abnahme läßt sich nicht genau festlegen, denn obwohl weit verbreitet wurde der Populationsrückgang von den meisten Vogelbeobachtern erst bemerkt, nachdem er geschehen

war. Aus den Tagebüchern weniger Beobachter aus jener Zeit, die über die Entwicklung des Bruterfolgs in einer Anzahl von Brutgebieten aus verschiedenen Teilen des Landes objektiv berichten, läßt sich die Veränderung jedoch zeitlich eingrenzen.

In den intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaften Südostenglands (3 Beobachter) zeichneten sich erste Abnahmetendenzen in den späten Vierziger Jahren ab, nachdem DDT großflächig eingesetzt wurde, aber vor der Anwendung von Cyclodienen. Der eigentliche Populationszusammenbruch kam in den erwähnten drei und in weiteren vier Gebieten aber erst nach 1955. Alle sieben Beobachter nennen in diesem Zusammenhang die Jahre 1958 bis 1960.

In dieser Zeit wurde das Verschwinden des Sperbers auch unter Ornithologen allgemein bekannt. Die Art verschwand nämlich plötzlich aus großen Gebieten. Der Zusammenbruch der Populationen ging so rasch vor sich, daß man ein Massensterben unter den erwachsenen Vögeln annehmen muß. Geringer Bruterfolg allein würde die beobachteten Tatsachen nicht hinreichend erklären. Tatsächlich fand man eine Menge toter Sperber in jenen Jahren, oft zusammen mit anderen toten Vögeln rund um frisch eingesäte Getreidefelder. Alle Analysen an solchen Totfunden erwiesen deren Kontamination mit einem oder mehreren chlororganischen Pestiziden in Konzentrationen, die akut toxisch gewirkt haben mußten.

Auf der Grundlage dieser Beobachtungen lassen sich somit die ersten Anzeichen für einen Rückgang britischer Sperberpopulationen in Zusammenhang bringen mit dem DDT, namentlich in Gebieten mit intensiver Anwendung. Der eigentliche Zusammenbruch der Sperberpopulationen im ganzen Lande kam dann plötzlich durch akute Vergiftung mit dem Einsatz von Cyclodienen. – Diese Zusammenhänge gelten wahrscheinlich gleichermaßen für Merlin und Wanderfalke. Leider gibt es für diese beiden Arten Tagebuch-Aufzeichnungen ausreichenden Umfangs erst aus der Zeit nach dem Populationszusammenbruch.

Nach den ersten Anwendungseinschränkungen für Cyclodiene dauerte es vier bis fünf Jahre bis zu einer merklichen Erholung von Sperberpopulationen, vor allem in den nordwestlichen Gebieten, wo der Pestizideinsatz weniger intensiv gewesen und wo einige Sperber übrig geblieben waren. Der Aufwärtstrend hielt an. Zum Zeitpunkt der Niederschrift dieses Aufsatzes (1979, Dez.) waren die Sperberpopulationen im größten Teil der nördlichen und westlichen Gebiete unserer Insel wieder erstarkt. Sperber haben sogar wesentliche Teile des Südostens wiederbesiedeln können. Allerdings fehlen sie immer noch in einigen besonders intensiv agrarisch genutzten „Counties“.

Somit stimmen der zeitliche Verlauf und das räumliche Muster sowohl des Zusammenbruchs wie der Erholung von Sperberpopulationen mit denen des

Tab. 1 Besetzung von Horstterritorien durch Sperber in einem Gebiet mit etwa 30 traditionellen Sperberterritorien, Cumbria, NW England. Die Daten wurden in Jahres-Gruppen zusammengefaßt.

Jahre	1941-45	1946-50	1951-55	1956-60	1961-65	1966-70	1971-75	1976-80
Anzahl untersucht	6	21	13	29	32	56	61	55
Anzahl besetzt	5	18	10	19	7	28	42	41
% besetzt	83	86	77	66	22	50	69	75

Einsatzes von Pestiziden überein. Während des Wiederaufbaus der Populationen war der Bruterfolg immer noch etwas reduziert. Das spricht erneut für die Vorstellung, daß höhere Sterblichkeit bei den Adulten – und nicht geringer Bruterfolg – die wesentliche Ursache für die Populationstrends war. Der allgemein reduzierte Bruterfolg kann aber die Erholung der Populationen zeitlich durchaus behindert haben.

Dieses Grobmuster von Populationszusammenbruch und -wiederaufbau wird in Tabelle 1 für ein Gebiet in Nordwest-England belegt. In dem Gebiet wurden von 1945 bis 1978 die bekannten Brutterritorien alljährlich kontrolliert und der Prozentsatz der besetzten Territorien festgestellt. In einigen dieser Sperberreviere ließ sich jahrelang kein Horst nachweisen, obwohl sie als günstige Brutreviere angesprochen werden konnten. Der Prozentsatz besetzter Brutterritorien durchlief sein Minimum Anfang der Sechziger Jahre und nahm von da an wieder zu. Ähnliche Trends sind aus vielen anderen Gebieten belegt, sie wurden aber nirgends über so lange Zeit verfolgt.

2.2 Abnahme der Eischalendicke und Eibruch

Seit den späten Vierziger Jahren beobachtete man in den Horsten britischer Sperber und Wanderfalken Eibruch in einem vorher unbekannten Ausmaß und unter Umständen, die direkte Einwirkungen von außen unwahrscheinlich machten. RATCLIFFE (1967) untersuchte deshalb die Eischalen näher und kam zu der wesentlichen Entdeckung, daß sie seit dem Ende der Vierziger Jahre deutlich dünner geworden waren. Ich habe RATCLIFFE's Datensammlung auf mehr als 1000 britische Sperbergelege aus Museen und Privatsammlungen erweitern können (Abb. 1). Diese Eier kamen aus der Zeit von 1870 bis 1975. Fast alle waren in frischem Zustand gesammelt worden. Darum können Einflüsse durch Abnutzung oder Bebrütung, die – wie manche Skeptiker zutreffend zu bedenken geben ebenfalls zu dünneren Eischalen führen – ausgeschlossen werden.

Die markante Eischalenverdünnung fiel auf das Jahr 1947, in dem erstmals DDT in großem Umfang eingesetzt worden war. Seitdem *blieben* die Eischalen

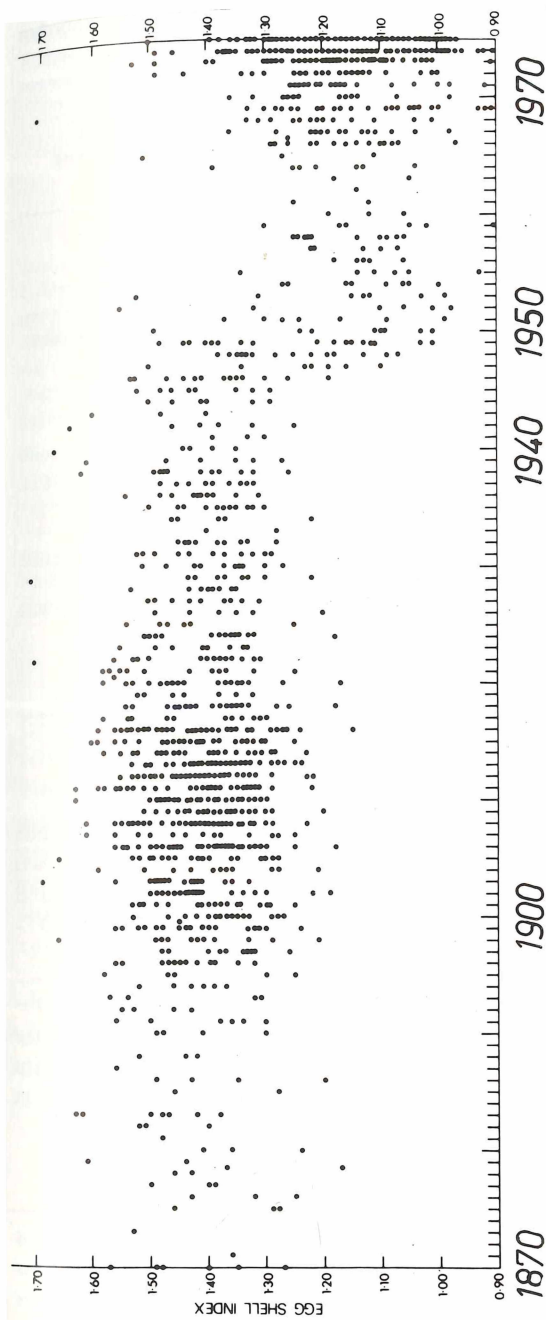


Abb. 1 Index der Eischalendicke¹⁾ bei britischen Sperbern 1870–1975. Jeder Punkt entspricht dem Mittelwert für ein vollständiges Gelege. In den meisten Fällen waren die Eier in frischem Zustand gesammelt worden. Die mehr als 1000 dargestellten Gelege repräsentieren alle größeren Landesteile der britischen Hauptinsel. Der Abfall des Index im Jahre 1947 fällt mit dem Jahr der ersten breiten Anwendung von DDT in der britischen Landwirtschaft zusammen (aus NEWTON 1979).

¹⁾ nach RATCLIFFE 1967: Schalengewicht (mg) dividiert durch Schalengänge mal -breite (mm²).

Tab. 2 Ausmaß der Veränderung des Eischalen-Index bei Sperbern aus verschiedenen britischen Regionen (aus RATCLIFFE 1970).

	bis 1946		ab 1947		Prozent Änderung
	Anzahl untersuchter Eier	Index* Mittel $\pm$ s	Anzahl untersuchter Eier	Index* Mittel $\pm$ s	
Südost-England	68	1.42 $\pm$ 0.01	129	1.12 $\pm$ 0.01	-21 %
Andere Regionen	230	1.43 $\pm$ 0.01	150	1.23 $\pm$ 0.01	-14 %
Alle Regionen	298	1.42 $\pm$ 0.01	279	1.18 $\pm$ 0.01	-17 %

* Der Schalenindex entspricht einem relativen Gewicht. Er wird nach der Formel bestimmt: Schalen-
gewicht (mg)/Schalenlänge mal -breite (mm²)

Tab. 3 Schalendicke und Eibruch bei 127 Sperbergelegen aus dem südlichen Schottland.

Schalendicke Index	0.80-1.00	1.01-1.20	1.21-1.40	1.41-1.60
Anzahl Gelege	9	52	57	9
Anzahl (und Prozentsatz) mit Schalenbruch	7(78)	20(38)	12(21)	1(11)

dünn. Diese Dickenabnahme war überdies in den Gebieten Süd- und Ostenglands mit intensiver Agrarwirtschaft ausgeprägter als im Norden und im Westen, wo man weniger DDT einsetzte (Tab. 2). – Es ergab sich somit eine zeitliche und räumliche Koinzidenz zwischen Eischalenverdünnung beim Sperber und DDT-Anwendung. Sie trifft auch für Wanderfalken und weitere Greife zu.

Untersuchungen aus jüngster Zeit belegen, daß Eier mit dünner Schale tatsächlich leichter brechen. In Tabelle 3 werden Bruchhäufigkeit und Schalendicke vieler Gelege verglichen. Bei dünnen Eischalen war die Bruchhäufigkeit am größten, bei dicken am geringsten. Eischalenverdünnung und -bruch bedeuten eine wesentliche Verringerung des Bruterfolgs.

2.3 Veränderungen im Bruterfolg

Um das Ausmaß der Veränderungen des Bruterfolgs im Zusammenhang mit der Kontamination durch chlororganische Pestizide zu belegen, entnehmen wir Details aus den Tage- und Notizbüchern von Naturbeobachtern vergangener

Tab. 4 Anteil erfolgreicher Sperberbruten in verschiedenen Zeiträumen. Nur Gelege ohne direkte Einflüsse durch den Menschen wurden betrachtet (aus NEWTON 1974).

	Anzahl der vor Vollen- dung der Ei- ablage gefun- denen Eier	Anzahl (%) mit mind. einem ge- schlüpften Ei	Anzahl (%) mit mind. einem flüggen Jungen	Ursache für Totalausfälle				
				Aufge- gebene Eier	Nicht- schlüpfen bebrüteter Eier	Zer- brochene Eier	Nicht ge- schlüpfte und zer- brochene Eier	Tod der Jungvögel
Gebiete mit Land- wirtschaft								
vor 1947	80	80(100)	80(100)	0	0	0	0	0
1947-55	29	19(66)	19(66)	0	1	8	1	0
1956-70	88	51(58)	48(55)	0	6	19	12	3
ohne Land- wirtschaft								
1956-70	20	19(95)	19(95)	1	0	0	0	0

In diese Tabelle gingen nur Bruten ein, die vor Ablage des letzten Ei's gefunden und bis zum Ende beobachtet worden waren. Falls auch Bruten, die zu einem späteren Zeitpunkt gefunden wurden, einbezogen worden wären, hätte dies die Stichprobe zugunsten höheren Bruterfolgs verzerrt.

Jahrzehnte und aus den Nestkarten des „British Trust for Ornithology“ (NEWTON 1974). Auf solchen Nestkarten kann jeder, der ein Nest gefunden hat, Einzelheiten zu standardisierten Fragen angeben. Die Karten werden zentral gesammelt und können dann analysiert werden. Alle diese Daten wurden zeitlich und räumlich geordnet. Die Intervalle betrafen die Zeitspannen vor 1947 (ohne verbreitete Anwendung von Pestiziden), 1947-1955 (mit DDT, HCB und ähnlichen Verbindungen aber noch praktisch ohne den Einsatz von Cyclodienen) und 1956 bis 1970 (mit DDT, HCB, usw. und mit Cyclodienen). Räumlich differenzierten wir in zwei Kategorien: ob der betreffender Sperberhorst näher als 20 km zum nächsten Agrargebiet oder weiter entfernt stand. Wir folgten der Annahme, daß Sperber aus Agrarlandschaften mehr Möglichkeiten für Pestizid-Kontamination hatten als weiter entfernt horstende Vögel. Alle Horste, deren Bruterfolg durch direkte menschliche Einflüsse (Abschuß, Eier sammeln, Bäume fällen) verhindert worden war, haben wir nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse sind deutlich (Tab. 4 und 5). Vor 1947 war der Bruterfolg bei vom Menschen nicht direkt beeinträchtigten Horsten außerordentlich hoch. In allen achtzig bis zum Ende der Aufzuchtzeit beobachteten Horsten wurde mindestens ein Jungvogel flügge. In der Gesamtpopulation gab es zwar sicher einige Ausfälle, so daß der riesige Bruterfolg in der Stichprobe nicht ganz typisch

Tab. 5 Gelegegröße und Nestlingszahl bei Sperbern in verschiedenen Zeitspannen (aus NEWTON 1974).

Gebiete	Gelege		Nestlinge	
	Anzahl untersucht	Mittlere Ei-Zahl	Anzahl untersucht	Mittlere Nestlingszahl in erfolgreichen Bruten
mit Landwirtschaft				
vor 1947	635	4.8	117	4.1
1947–55	39	4.8	29	3.2
1956–70	46	4.9	219	2.9
ohne Landwirtschaft				
1956–70	9	5.0	27	3.7

Es wurde darauf geachtet, daß nur Gelege einbezogen wurden, die nicht schon durch Eibbruch reduziert worden waren. Die Nestlingszahl bezieht sich auf die letzte Woche vor dem Ausfliegen.

ist. Es kann aber kein Zweifel daran bestehen, daß – menschliche Einflüsse ausgeschlossen – der Bruterfolg britischer Sperber damals sehr hoch war. Hierzu mag beitragen, daß das Sperberweibchen seinen Horst gegen kleine Prädatoren erfolgreich verteidigen kann, und daß größere Beutegreifer, z. B. Habicht und Uhu, damals auf den britischen Inseln fehlten. Der Baummarder, ein weiterer möglicher Feind, war in seinem Vorkommen auf wenige kleine Gebiete beschränkt. In den meisten Horsten der Stichprobe schlüpften alle Eier. In den wenigen Fällen, in denen ein nicht geschlüpftes Ei untersucht worden war, stellte es sich stets als unbefruchtet (wässrig) heraus, ohne erkennbare Embryonalentwicklung. Kein einziges Mal fand man im Ei abgestorbene Embryonen. Eischalenbruch gab es nur selten: nur zwei zerbrochene Eier wurden in einer Stichprobe von 635 Gelegen gefunden. Auch die hohe Überlebensrate der Nestlinge mag erstaunen, vor allem im Vergleich mit den Verhältnissen bei anderen Greifen: etwa 92 % der geschlüpften Jungen wurden flügge, und in 78 % der Bruten überlebten alle Jungvögel bis zum Ausfliegen. Sogar Horste mit sechs flüggen Jungen wurden beobachtet.

Ab 1947 ergab sich dann eine deutliche und statistisch signifikante Abnahme des Bruterfolgs in agrarisch genutzten Gebieten. Sie war fast in jedem Einzelfall auf Eibbruch oder Absterben weit entwickelter Embryonen kurz vor dem Schlüpfen zurückzuführen. Bei der Anzahl gelegter Eier gab es keine Veränderungen, und nach dem Schlüpfen überlebten die Jungvögel gut.

Eischalenbruch trat 1947–55 und 1956–70 mit ähnlicher Häufigkeit auf. Nach 1955 nahm jedoch die Zahl bebrüteter aber nicht geschlüpfter Eier signifikant zu. Hierbei waren absterbende Eier beteiligt. Diese Beobachtungen belegen, daß Eischalenverdünnung und -bruch während der gesamten Zeit der DDT-Anwendung auftraten, das Absterben weiterentwickelter Embryonen im Ei aber erst nach dem Einsatz von Dieldrin und anderen Cyclodienen.

Die in den Tabellen 4 und 5 vorgelegten Daten machen eine Abnahme des Bruterfolgs nach 1946 um etwa 60 % wahrscheinlich. In Wirklichkeit war dieser Rückgang wohl noch größer, denn nicht brütende Paare blieben unberücksichtigt. Ihr Anteil hat aber mit dem großflächigen Pestizideinsatz offensichtlich zugenommen.

Andererseits ließen sich Veränderungen im Bruterfolg bei Horsten, die weiter als 20 km vom nächsten Agrargebiet entfernt lagen nicht feststellen. Der Anteil an Paaren mit Aufzuchterfolg, die Schlupfrate und die mittlere Zahl der Jungen pro Brut entsprachen in diesen Gebieten 1956–70 etwa denen im ganzen Land aus der Zeit vor 1947. Auch Eibruch wurde hier nicht festgestellt. Anscheinend waren die Sperber in diesen Gebieten so geringen Pestizidbelastungen ausgesetzt, daß ihr Bruterfolg nicht signifikant beeinträchtigt wurde. Leider machen solche abgelegenen Gebiete nur einen kleinen Teil der Gesamtfläche unseres Landes aus. So konnten dort nur wenige Sperber überleben.

Wenn ich zusammenfasse, stützen der Zeitpunkt von Eischalenverdünnung und vermindertem Bruterfolg beim Sperber, die Beschränkung dieser Ausfälle auf landwirtschaftlich genutzte Gebiete und auch die Art der beobachteten Ausfälle gemeinsam die Hypothese, daß chlororganische Verbindungen hierfür die Ursache waren. Raumbezogene Unterschiede gab es auch beim Wanderfalken: Paare im abgelegenen Hochland hatten geringe oder keine Brutaufälle, während in der Umgebung von landwirtschaftlich genutzten Gebieten deutliche Populationsabnahmen zu verzeichnen waren (RATCLIFFE 1972).

2.4 Konzentrationen chlororganischer Verbindungen in Eiern

Zur Vorstellung, daß chlororganische Verbindungen im Brutgeschehen des Sperbers eine Rolle spielen, trug die Tatsache wesentlich bei, daß sie sich in den Eiern nachweisen ließen, und daß Konzentrationsunterschiede mit dem Bruterfolg korrelierten. Bis 1978 wurden Eier aus mehr als 1000 Sperberhorsten aus dem ganzen Land analysiert. Alle enthielten Rückstände chlororganischer Verbindungen. Unterschiede in den Rückstandsgehalten der Eier desselben Geleges sind unbedeutend im Vergleich zu Unterschieden zwischen verschiedenen Gelegen. Dies gab uns die Möglichkeit, einzelne Eier aus bestimmten Gelegen für Analysen zu entnehmen und ihren Rückstandsgehalt mit dem Erfolg des restlichen Geleges

zu vergleichen. Die Eier wurden allerdings nicht frisch entnommen sondern erst, nachdem sich herausgestellt hatte, daß keine Jungen schlüpfen würden. Sie könnten deshalb oft die am stärksten kontaminierten Eier gewesen sein. Aber mögliche Fehler aus dieser Ursache wären systematisch. Sie würden das Ergebnis relativer Unterschiede nicht verfälschen.

Für unser Forschungsprogramm untersuchten wir 315 Gelege. Die wesentlichen Pestizidrückstände waren DDE (der wichtigste Metabolit des DDT), PCB's und HEOD (aus den Insektiziden Aldrin und Dieldrin). Das Ausmaß der Eischalenverdünnung bei den einzelnen Gelegen wurde in Beziehung gesetzt zum DDE-Gehalt des Ei-Inhalts: je höher der DDE-Gehalt desto dünner die Schale. Aus Eischalenverdünnung und PCB-Gehalt ergab sich eine signifikante – wenn auch geringere – Korrelation, nicht aber mit dem Gehalt an Dieldrin. Nur von einem dieser drei Stoffe, dem DDE ist experimentell erwiesen, daß er Eischalenverdünnung verursacht – bei anderen Vogelarten jedenfalls. Darum wird die Korrelation zwischen PCB-Gehalt und Eischalendicke wahrscheinlich vor allem dadurch bedingt, daß PCB- und DDE-Gehalte der Eier parallel variieren.

Ein weiteres Ergebnis war, daß Sperber-Eischalen in einigen Gegenden unseres Landes dicker waren als anderswo, unabhängig vom Pestizidgehalt. Die Erklärung hierfür muß man in zwei Ursachen suchen: entweder sind Populationen in verschiedenen Gegenden gegenüber DDE unterschiedlich empfindlich (oder resistent), oder es gibt weitere Faktoren, die zusätzlich zum DDE die Eischalendicke von Ort zu Ort verschieden beeinflussen. Zur Zeit prüfen wir noch beide Hypothesen.

Derzeit kann jedenfalls die Beziehung zwischen dem Eischalen-Index (I) und dem DDE-Gehalt des Ei-Inhalts (DDE) wie folgt angegeben werden:

$$I = K - 0.15 \log DDE.$$

Hierbei variiert K von Ort zu Ort zwischen 1.41 und 1.55. Der Eischalen-Index wurde nach RATCLIFFE (1967) als Schalengewicht dividiert durch Schalenlänge mal -breite bestimmt (mg/mm^2). Es ist zu beachten, daß für eine lineare Beziehung beider Größen der DDE-Gehalt logarithmisch aufgetragen werden muß. Dies entspricht dem Verhalten vieler Pharmaka. Es bedeutet, daß für jede weitere Einheit an Eischalen-Verdünnung ein zunehmend größerer Konzentrationszuwachs an DDE benötigt wird.

Das mittlere Verhältnis von DDE:PCB in den untersuchten Gelegen betrug 1:0.53, das von DDE:HEOD = 1:0.19. Beim Vergleich der Gelege waren die Konzentrationen aller dieser Verbindungen signifikant untereinander korreliert. Das heißt, Gelege mit hohen Rückständen des einen Stoffes enthielten auch viel von den übrigen. Es ist deshalb nicht leicht, zwischen den Einflüssen der einzelnen Verbindungen auf den Bruterfolg zu differenzieren.

Tab. 6 Signifikanz von Korrelationen (positiv oder negativ) zwischen den Konzentrationen bestimmter chlororganischer Verbindungen und einigen Parametern des Bruterfolgs. – Varianzanalysen für die Einzelverbindungen, ohne Berücksichtigung der Herkunft der Eier und des Jahrs der Aufsammlung.

	Ohne Berücksichtigung der Anwesenheit anderer chlororganischer Verbindungen				Andere chlororganische Verbindungen statistisch konstant gehalten			
	DDE	PCB	HEOD	Eischalen-Index	DDE	PCB	HEOD	Eischalen-Index
Eier gebrochen	xx			xx	x			xx
Eier unfruchtbar	x	xx		xx				
Eier mit toten Embryonen								
Eier verlassen								
Eier geschlüpft	xx	x		xx				
Überlebensrate der Nestlinge								
Legedatum								
Gelegegröße								

^x $p \leq 0.05$, ^{xx} $p \leq 0.01$; HEOD entspricht Metaboliten der Cyclodiene Aldrin und Dieldrin.

Wir versuchten, dies Problem durch multivariate statistische Analysen zu lösen. In der Betrachtung konzentrierten wir uns auf die einzelnen Verbindungen und ließen die übrigen unberücksichtigt. In der zweiten Analyse untersuchten wir die Wirkungszusammenhänge, indem wir die möglichen Einflüsse der übrigen Stoffe statistisch konstant hielten (Tab. 6).

Bei der ersten Betrachtung waren beim Vergleich der Gelege DDE-Konzentration und Eischalen-Index signifikant mit der Schalenbruch-Häufigkeit korreliert ($p \leq 0.01$), ebenso mit dem Anteil unbefruchteter Eier ($p < 0.01$) und dem Anteil nicht geschlüpfter Embryonen (≤ 0.01). Auch die PCB-Konzentration stand in signifikanter Beziehung zum Anteil unbefruchteter Eier ($p \leq 0.01$) und zum Anteil nicht geschlüpfter Embryonen ($p < 0.05$). Dies legt den Schluß nahe, daß hohe DDE-Konzentrationen Schalenverdünnung, Schalenbruch und Unfruchtbarkeit verursachen, und auf diese Weise den Schlupferfolg verringern. Ebenso liegt nahe, daß hohe PCB-Konzentrationen unfruchtbare Eier verursachen – aber einen geringeren Einfluß auf die Schlupfrate haben als DDE.

In der zweiten Analyse, bei der der Einfluß der übrigen Pestizide statistisch eliminiert worden war, blieb die einzige signifikante Beziehung die zwischen DDE und Eischalen-Index bzw. Eischalen-Bruch. Wahrscheinlich „verschwand“ die Signifikanz der anderen Zusammenhänge, weil die Eigehalte der verschiede-

nen Pestizide untereinander so eng korreliert waren, daß bei Zulassung irgendeiner Kombination nicht genügend Restvarianz übrig blieb für eine weitere signifikante Korrelation. Wir konnten leider auch nicht die Möglichkeit additiver oder anderweitiger synergetischer Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Verbindungen in ihrer Wirkung auf den Bruterfolg ausschließen.

Keine der beiden statistischen Untersuchungen erwies einen Zusammenhang zwischen Pestizidkonzentration und ursprünglicher Gelegegröße (vor eventuellen Schalenbrüchen), bzw. dem Verlassen des Geleges oder der Nestlingssterblichkeit. Auch hatte HEOD bei den geringen vorgefundenen Konzentrationen keinen Einfluß auf die untersuchten Brutparameter. Frühere Ergebnisse zeigten jedoch, daß HEOD bei britischen Sperbern vor allem Mortalität unter ausgewachsenen Vögeln verursacht. Falls wir aber in den Eiern höhere HEOD-Konzentrationen gefunden hätten, wären wir wohl auch auf Hinweise gestoßen, die auf Beeinflussung des Bruterfolgs deuten. Jedenfalls sind Zusammenhänge zwischen HEOD-Konzentration und Fortpflanzungserfolg in Experimenten mit anderen Vogelarten erwiesen.

3. Schlußbetrachtung

Man kann somit mehrere Beweislinien für die ursächliche Beteiligung chlororganischer Verbindungen am geringen Bruterfolg und an den Veränderungen der Populationsdichte bei britischen Sperbern zusammenfassen.

Erstens: Die Eischalenverdünnung und der schlechte Bruterfolg waren Ereignisse, die es früher nie gegeben hatte. Es war naheliegend, sie mit einem völlig neuen Umweltparameter in Zusammenhang zu bringen.

Zweitens: Die Eischalenverdünnung folgte in enger Korrelation der verbreiteten Anwendung von DDT. Der Populationszusammenbruch war begleitet von der Einführung von Cyclodienen (z.B. Aldrin, Dieldrin) als Saatgut-Beizmittel, der Wiederaufbau der Populationen folgte, nachdem die Cyclodiene nur noch in eingeschränktem Umfang benutzt wurden.

Drittens: Das geographische Verteilungsmuster dieser Erscheinungen entsprach dem der Pestizid-Anwendung. Eischalenverdünnung und Populationsabnahme waren am markantesten im Südosten des Landes, dort, wo der Anteil agrarisch genutzter Fläche am größten ist.

Viertens: Analysen von Geweben und Eiern erwiesen, daß die fraglichen Verbindungen in allen Sperbern und allen Sperbereiern vorkamen, die in den letzten Jahren untersucht wurden. Man fand sie ebenfalls, in geringerer Konzentration, in all den vielen analysierten Arten von Beutetieren (PRESTT & RATCLIFFE 1972).

Fünftens: Die Rückstandskonzentration in den einzelnen Gelegen war eng korreliert mit deren Eischalendicke und Aufzuchterfolg.

Zusammen mit den Befunden am Wanderfalken und an anderen wildlebenden Arten, sowie experimentellen Beweisen aus Laboruntersuchungen wurden somit die Hinweise auf wesentliche Einflüsse chlororganischer Pestizide auf Brut- und Populationsschwankungen beim Sperber außerordentlich zwingend.

Der einzige bisher sicher nachweisbare Effekt von PCBs ist in diesem Zusammenhang die relative Zunahme unbefruchteter Eier.



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): Newton Ian

Artikel/Article: [Der Sperber und die Pestizide - ein Beitrag von den Britischen Inseln 207-219](#)