

Aus der Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz (AGW)
im Deutschen Bund für Vogelschutz

Die Pestizidbelastung des Wanderfalken in Baden-Württemberg und ihre Rückwirkungen auf die Populationsdynamik

Von Friedrich Schilling¹⁾

1. Einführung

Der vorliegende Beitrag zum Thema „Greifvögel und Pestizide“ entstand in 14jähriger Arbeit sozusagen als Nebenprodukt. Schutz und wenn möglich Erhaltung des freilebenden Wanderfalken waren die Prämisse, unter der sich die „Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz“ 1965 gebildet hat, zunächst mit Unterstützung, später innerhalb des Deutschen Bundes für Vogelschutz.

Als Erster hatte RATCLIFFE (1958) schädigende Wirkungen von Pestiziden auf Vögel beschrieben und später folgende Sequenz von Erscheinungen als „Pestizid-syndrom“ definiert: Pestizidkontamination ist Auslöser von verminderter Gelegegröße, Dünnschaligkeit der Eier, gestörtem Brutverhalten bis zur Einstellung der Brutaktivität, erhöhter Mortalität von Embryonen und Nestlingen, Reproduktionsrückgang, Populationszusammenbruch, Verschwinden der Art.

Dementsprechend hielt man nach der „Lehrmeinung“ des Jahres 1965 den Wanderfalken bereits für verloren, ein Opfer nicht mehr reversibler Pestizidwirkung. Deshalb war die Erforschung der Pestizidsituation an der lokalen Population von essentieller Bedeutung für ein solches Schutzprojekt in Baden-Württemberg und natürlich auch für diejenigen, welche das Vorhaben finanziell oder praktisch im Felde getragen haben.

An dieser Stelle können nur Ergebnisse und einige Schlußfolgerungen referiert werden. Begründungen und weitere Aspekte wurden bereits veröffentlicht (SCHILLING & KÖNIG 1980).

¹⁾Für die Arbeitsgemeinschaft Wanderfalkenschutz (AGW) vorgetragen von F. SCHILLING.

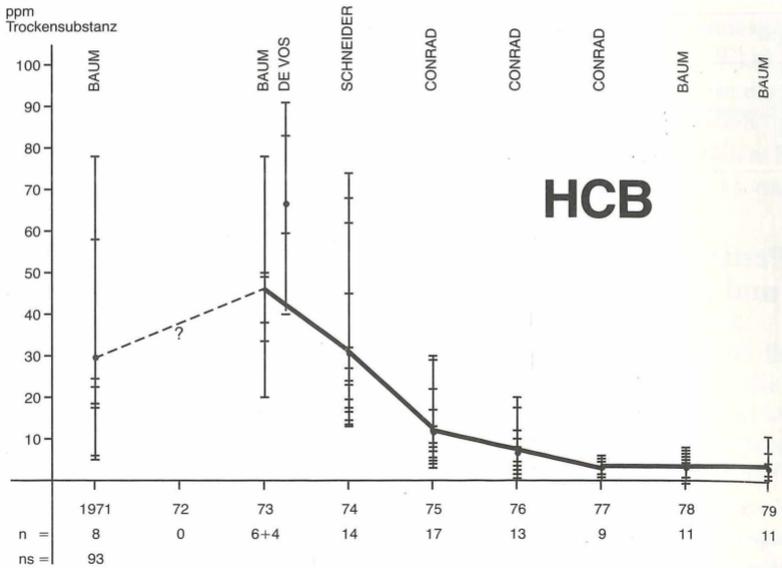


Abb. 1 HCB-Kontamination von Wanderfalkeneiern aus Baden-Württemberg.

2. Rückstandsanalysen

Für Rückstandsanalysen standen 133 Resteier (nicht geschlüpfte Eier) zur Verfügung, die 1968 bis 1979 in Baden-Württemberg geborgen worden sind. Alle Ergebnisse beziehen sich auf ppm in Trockensubstanz. Jede einzelne Analyse ist auf den folgenden Abbildungen markiert und für jeden Jahrgang wurde der arithmetische Mittelwert gebildet. Die Namen der jeweiligen Analytiker sind vermerkt. An dieser Stelle darf ich vor allem den Chemikern des Tierhygienischen Institutes Freiburg, den Herren Dr. KOPP, Dr. BAUM, Dr. CONRAD und Dr. SCHNEIDER Dank sagen.

Abb. 1 zeigt Befunde des seit 1973 als Pflanzenschutzmittel verbotenen HCB. Geradezu wunschgemäß sank der Pegel von 45 ppm im Jahre 1973 in den folgenden 4 Jahren kontinuierlich auf unter 5 ppm seit 1977. Damit kann HCB als Erfolg legislativer Maßnahmen praktisch als aus dem Pestizidspektrum des Wanderfalken eliminiert gelten.

Abb. 2 zeigt 99 DDE-Proben, die eine ganz andere, d. h. wesentlich unklarere Entwicklung aufzeigen. Die gesetzlichen Maßnahmen im Jahre 1973 haben keine durchgreifenden Wirkungen gebracht, vielmehr sind auch neuerliche Zunahmephasen zu erkennen. Die Werte bewegen sich derzeit (1979) bei etwa 60 ppm.

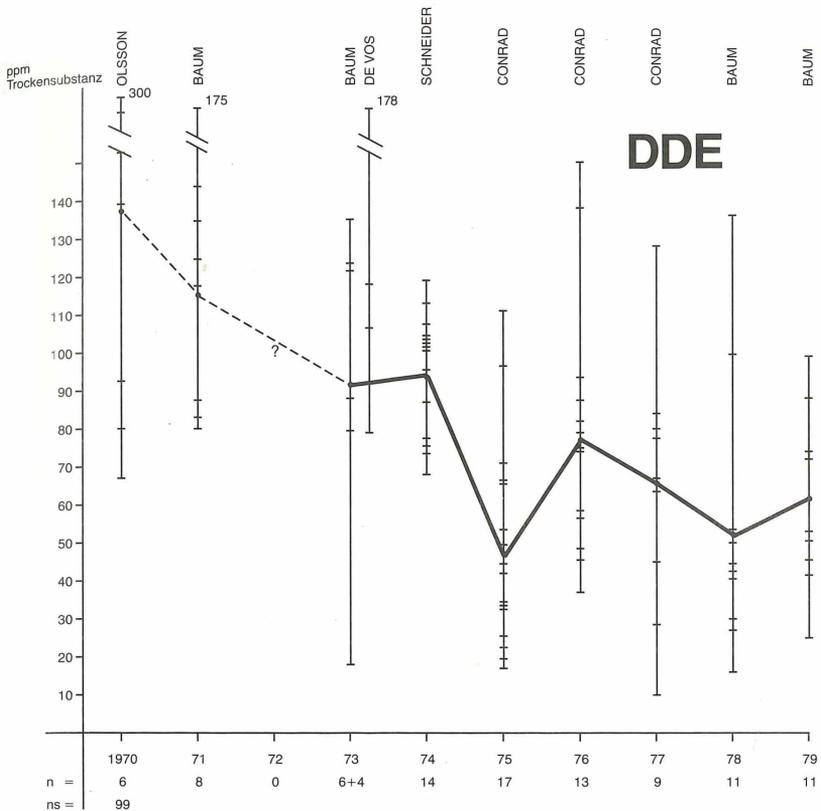


Abb. 2 DDE-Kontamination von Wanderfalkeneiern aus Baden-Württemberg.

Abb. 3 zeigt die Belastung mit polychlorierten Biphenylen, die neuerdings als äußerst bedenkliche Umweltchemikalien in Erscheinung treten. Obwohl schwer analysierbar, ist ein deutlicher Anstieg der Belastung erkennbar.

Unter 8 weiteren analytisch kontrollierten Chlor-Kohlenwasserstoffen wurde nur noch Lindan in den meisten Proben gefunden, allerdings in geringen Mengen. Andere Pestizide, wie die in Großbritannien gegen Parasiten auf Schafen eingesetzten Dieldrin und Aldrin, wurden nicht, nur in Spuren, oder höchstens in geringen Mengen nachgewiesen. Auch Quecksilber, von dem in Skandinavien folgenschwere Kontaminationen beschrieben wurden, ist in Baden-Württemberg weder in Resteiern, noch in Mauserfedern des Wanderfalken in überhöhter Dosis gefunden worden.

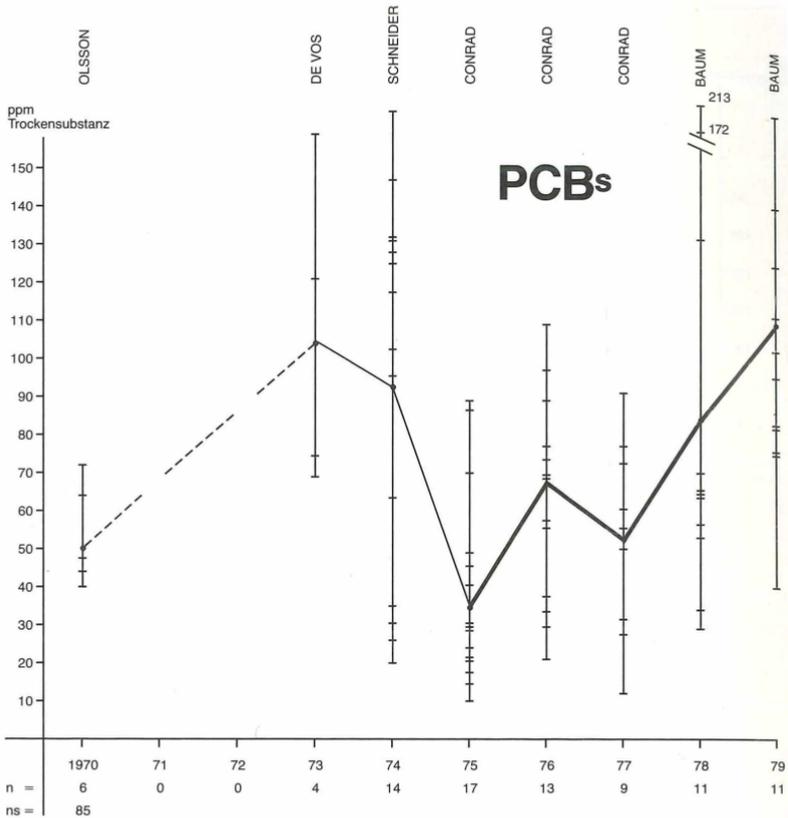


Abb. 3 PCB-Kontamination von Wanderfalkeneiern aus Baden-Württemberg.

Somit kennen wir die absolute Größenordnung der Kontamination baden-württembergischer Wanderfalken mit relevanten Pestiziden, einschließlich deren zeitlicher Veränderungen seit 1971. Dadurch ist es möglich, die sichtbaren Folgen dieser Belastung an einer regional begrenzten, genau kontrollierten Population des Wanderfalken zu studieren.

3. Eischalendicke

Daß Eischalen in negativer Abhängigkeit zur Höhe der Pestizidkonzentration dünner entwickelt werden, ist selbst in neueren Schulbüchern beschrieben. CONRAD (1977) gibt an, daß die Eischalen des Wanderfalken heute um etwa 9% dünner sind als 1940.

Um entsprechend vergleichende Untersuchungen anstellen zu können, stand mir die stattliche Anzahl von 357 Wanderfalkeneischalen, die in deutschen Museen verwahrt werden und zwischen 1850 und 1939 auf dem Territorium des ehemaligen Deutschen Reiches gesammelt worden waren, zur Verfügung. Diese Schalen wurden seinerzeit von frisch gelegten, jedenfalls nicht oder kaum bebrüteten Eiern gewonnen und für oologische Kollektionen ausgeblasen. Von kontaminierten Wanderfalken in Baden-Württemberg konnten insgesamt 196 Eischalen, die nach 1968 und nach erfolgloser Bebrütung gesammelt worden waren, in die vergleichenden Untersuchungen einbezogen werden. Schon diese Ungleichheit des Bebrütungszustandes verlangte obligatorisch verschiedene Differenzierungen, wie folgende Ergebnisse verdeutlichen:

1. Innerhalb der älteren Schalengruppen zeigte sich eine nicht erklärbare, aber kontinuierliche Abnahme der Schalendicke von 1900 bis 1939 um 2 bis 3%.
2. Ebenfalls innerhalb dieser Schalengruppe fand sich ein Ost-Westgefälle der Schalendicke zwischen Ostpreußen und Rheinland von ca. 1,5%.
3. Möglichst alle Eischalen wurden nach 2 erprobten Methoden (vgl. HICKEY 1968), dem direkten Messen der Schalendicke und der Indexbestimmung mittels Wiegen und Messen der Eischalen, untersucht. In den einzelnen Gruppen lagen die Ergebnisse beider Methoden innerhalb einer Abweichung von weniger als 1%. Damit ist sichergestellt, daß die unter 1. und 2. beschriebenen Unterschiede keine methodischen Fehler, sondern materialbedingt, also aus unterschiedlicher zeitlicher und geographischer Herkunft resultierend, sein müssen. Beim Schalenvergleich mit Eischalen kontaminierter Wanderfalken aus Baden-Württemberg ist deshalb von vornherein ein Korrekturfaktor von 3% vorzusehen.

Aber auch die Untersuchung der neueren Schalen verlangt Differenzierungen. Abb. 5 zeigt die Schalenentwicklung von 89 Resteiern aus der Zeit 1968 bis 1979. Insgesamt scheint eine zunehmende Tendenz der Schalendicke erkennbar zu sein, welche eine negative Abhängigkeit von der gleichzeitigen Abnahme der DDE-Konzentration (Abb. 2) im selben Zeitraum andeuten könnte. Nehmen wir jedoch 44 in den Horsten zerbrochen gefundene Eischalen und 63 Schalen, aus denen junge Wanderfalken natürlicherweise ausgeschlüpft sind, hinzu, so ergibt sich Abb. 6. Die Schalen angebrüteter Resteier sind nämlich durchweg noch dicker, als Schalen der beiden anderen Gruppen.

Dieser Befund ist leicht erklärbar. Während der natürlichen Bebrütung jedes Vogeleies vermindert sich die ursprüngliche Eischalendicke durch biochemische Prozesse. Kommt es zu normalem Schlupf, so wird der Schale vor allem im letzten Brutdrittel beim Aufbau des embryonalen Skelettes Kalzium entzogen. Kommt es zur Eiweißfäulnis, weil das Ei unbefruchtet war, oder weil ein Embryo vorzeitig im Ei abgestorben ist, so wird zwar kein Kalzium aus der Schale umgelagert, die Schalendicke wird aber durch teilweise oder ganze Restruktion

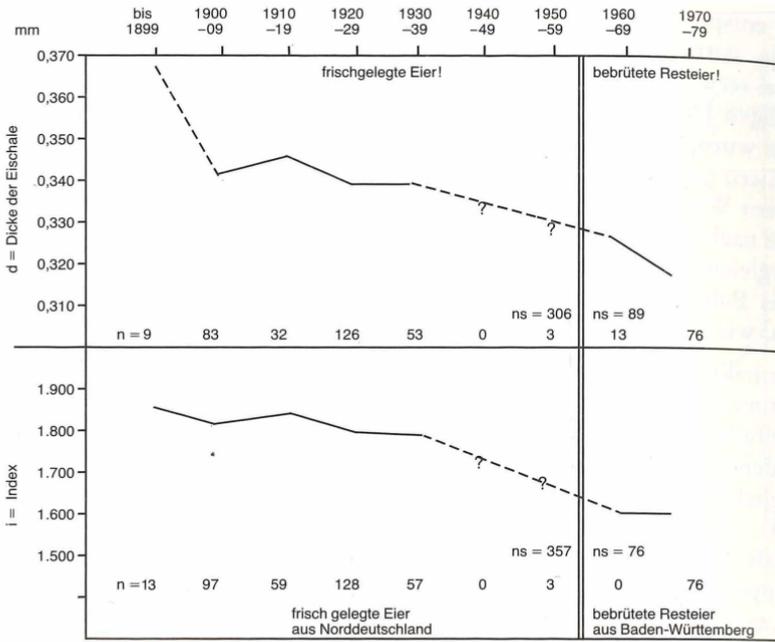


Abb. 4 Veränderungen der Wanderfalkeneischale vom 19. Jahrhundert bis 1979. Abnahme der Schalendicke $d = 6,3\%$; Abnahme des Schalenindex $I = 11\%$ erforderliche Korrekturfaktoren:

1. wegen der unerklärlichen Schalenminderung bis 1939 werden die Schalen aus 1930-1939 als Bezugsgröße verwendet,
2. für geografische Ungleichheit Fehler (F) $d = 0,7\%$, $F_i = 2,1\%$
3. für Ungleichheit des Bebrütungszustandes $F = 11-13\%$

der Eihaut ebenfalls verdünnt. Nach unseren Messungen nimmt diese Eihaut ca. 16% der Schalendicke frisch ausgeblasener Eier ein. Die Minderung der Schalen von Eiern nach dem Schlupf und im Horst zerbrochener Eier erweist sich also als Endstadium von 2 verschiedenen, aber natürlichen Prozessen im Wanderfalkenhorst. Die etwas geringere Verdünnung noch nicht zerbrochener Resteier ist also ein Teilstadium bei dem dieser oder jener der beiden Prozesse früher abgebrochen worden ist. Aus diesen Befunden haben wir von Anfang bis Ende der vollen Brutzeit des Wanderfalken eine natürliche Verdünnung der Schalen berechnet, die 11 bis 13% betragen könnte.

Nach diesen Differenzierungen scheint die Annahme, Wanderfalkeneischalen aus Baden-Württemberg hätten sich seit 1940 bis zur Gegenwart (1979) – also während etwa 30jähriger Pestizidanwendung – verdünnt, doch wohl fragwürdig

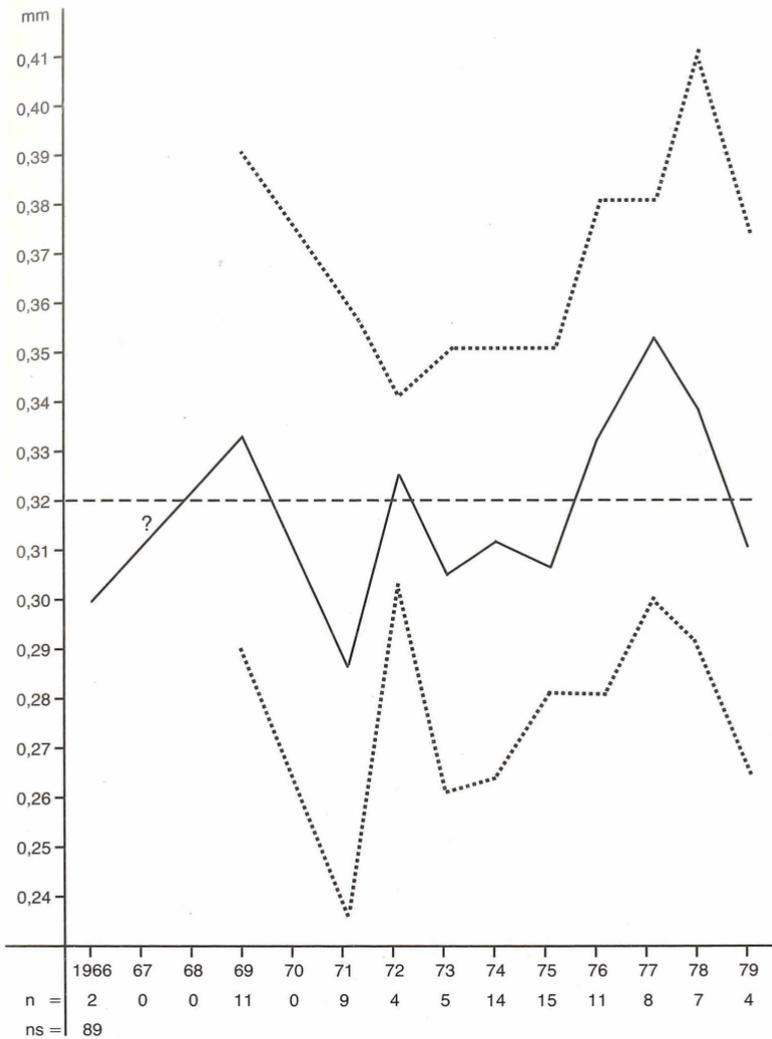


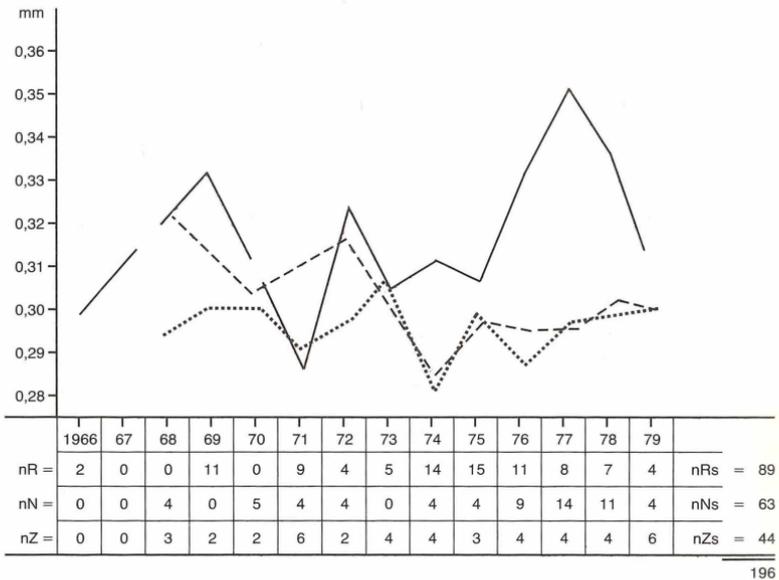
Abb. 5 Schalendicke von Resteiern des Wanderfalken in Baden-Württemberg. Durchgezogene Linie = Mittelwert; Unterbrochene Linie = Gesamtdurchschnitt (= 0,319 mm); gepunktete Linie = Höchst- und Mindestwerte.

bzw. fiktiv. Man kann frisch ausgeblasene ältere und unterschiedlich lange bebrütete jüngere Eier nicht ohne weiteres vergleichen. Eindeutige Ergebnisse könnten nur mit frisch ausgeblasenen Eiern aus Baden-Württemberg aus der Zeit vor 1940 und frisch ausgeblasenen Eiern der Gegenwart erzielt werden. Erstere

wurden damals aber nicht gesammelt und letztere zu sammeln verbietet die inzwischen kritische Bestandssituation.

4. Daten zur Populationsdynamik

Glücklicherweise führen andere brutbiologische Kennwerte bei der Suche nach Kontaminationsfolgen zweifelsfrei und belegbar trotzdem weiter. Die Gelegegröße des Wanderfalken in Baden-Württemberg lag zwischen 1970 und 1978 bei 3,19 Eiern und somit nicht unter Daten, die aus der Zeit von vor 1940 bekannt sind. Die Mortalität von Embryonen im Ei, von Nestlingen und adulten Wanderfalken konnte an 75 eingegangenen Individuen untersucht werden. 59mal war die Todesursache eine Folge mechanischer Einflüsse oder von Parasitenbefall. Nur in 16 ungeklärten Fällen käme unter anderen Parametern Pestizidwirkung überhaupt in Frage. Abb. 9 zeigt, daß sich die Bruterfolge seit 1966 etwa verdoppelt



196

Abb. 6 Wanderfalkeneischalen aus Baden-Württemberg.

Durchgezogene Linie = Resteier, nR = Anzahl der Resteier, nRs = Summe (durchschnittliche Schalendicke = 0,319 mm).

Gestrichelte Linie = Eischalen nach normalem Schlupf, nN = Anzahl pro Jahr, nNs = Summe, (durchschnittliche Schalendicke = 0,301 mm).

Gepunktete Linie Zerbrochene Eischalen, nZ = Anzahl, nZs = Summe, (durchschnittliche Schalendicke = 0,295 mm).

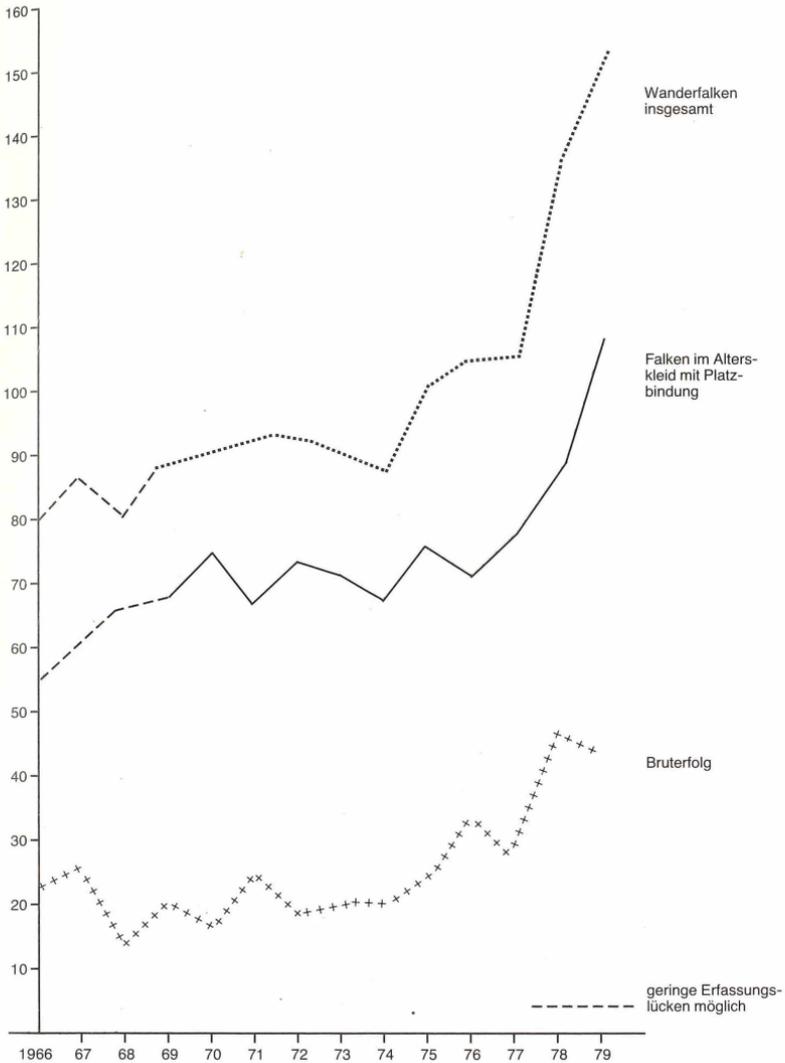


Abb. 7 Die Entwicklung der Wanderfalkenpopulation in Baden-Württemberg.

haben und die Gesamtpopulation gleichzeitig von etwa 80 auf 158 Exemplare angestiegen ist (Abb. 7). Die Bruterfolge je erfolgreichem Horst nehmen innerhalb natürlicher Grenzen gegenwärtig geringfügig zu (Abb. 8). Die Anzahl der erfolgreichen Horste hat sich aber verdoppelt. Dementsprechend haben die Brutausfälle seit 1975 deutlich abgenommen (Abb. 10). Die Reproduktionskenn-

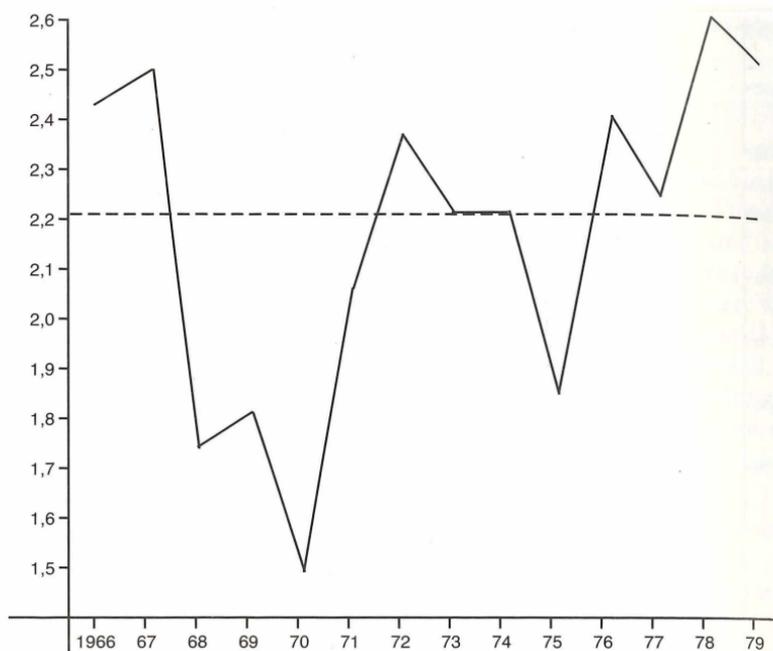


Abb. 8 Bruterfolge je erfolgreichem Horst in Baden-Württemberg. Gesamtzahl erfolgreicher Horste ($n = 160$); durchschnittlicher Horsterfolg 1966 bis 1979: 2,218 Junge je Horst.

zahlen je erfolgreichem Paar sind 2,22, je brütendem Paar 1,21 und je vorhandenem Paar 0,87 ausgeflogene Junge pro Jahr von 1966 bis 1979.

Abb. 11 zeigt schließlich, welche Faktoren die Wanderfalkenpopulation und ihre Dynamik tatsächlich regulieren. Die waagrecht markierten Felder decken ganz natürliche Entwicklungen ab, wie etwa Brutaussfälle infolge intraspezifischer Regenerations- bzw. Rivalitätsaktivitäten. Senkrecht markierte Felder zeigen den Wirkungsgrad natürlicher tierischer Regulatoren, von Marder, Uhu und Parasiten, letztere meist Zeckenbefall, mit daraus entstehenden Intoxikationen und Verwurmung. Der Faktor Marder konnte erfolgreich zurückgedrängt, 1979 sogar eliminiert werden. Uhus nehmen zunehmend Einfluß, werden von uns bisher aber als einziger Faktor tabuisiert. Zecken wechseln ihre Aktivitäten jahresweise stark. Die Erforschung und die Einflußmöglichkeiten auf Zeckenbefall bei Wanderfalkennestlingen befinden sich noch im Versuchsstadium (SCHILLING; BÖTTCHER & WALTER (1981), J. Orn. 4/81). Schließlich zeigen die diagonal markierten Felder willkürliche oder unbeabsichtigte negative Direkteinflüsse durch Menschen. Diese Einflüsse zurückzudrängen beansprucht den weitaus größten Anteil

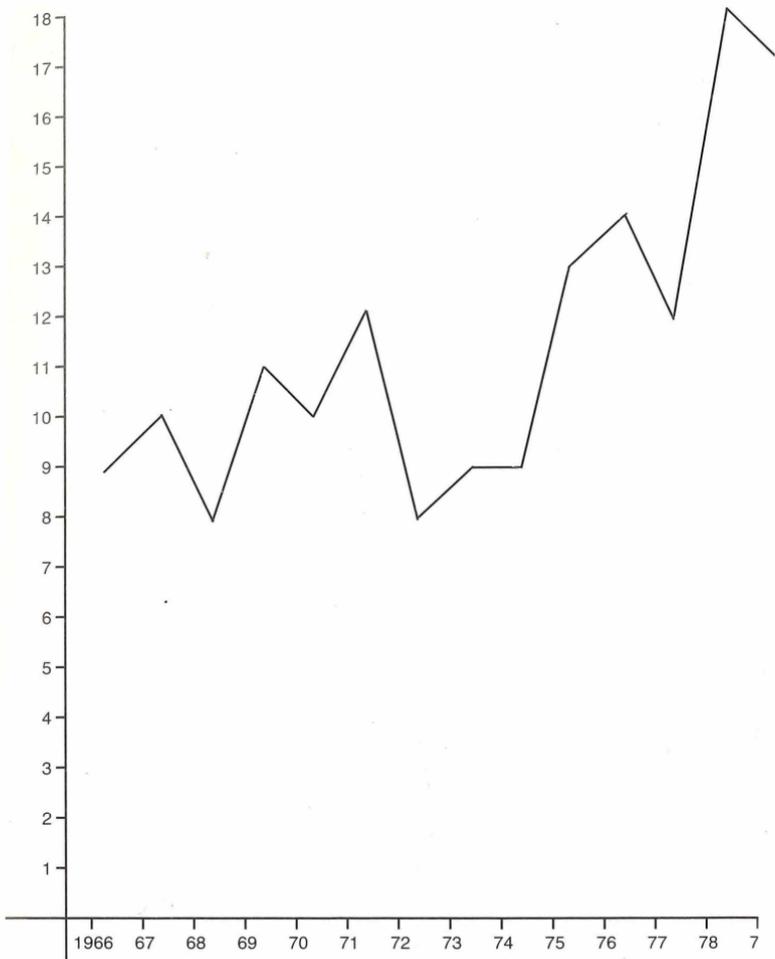


Abb. 9 Entwicklung der „erfolgreichen Horste“ in Baden-Württemberg.

der Schutzmaßnahmen. Wir haben allen Grund zu der Annahme, daß es ohne unsere Gegenwirkung auch in Baden-Württemberg längst keine Wanderfalken mehr gäbe, insbesondere wegen der permanenten Gefahr neuerlicher Eskalation von Aushorstungen.

Zusammenfassend zeigt Abb. 11 deutlich, daß die Wanderfalkenpopulationen in Baden-Württemberg nicht etwa von einem Faktor, z.B. Pestiziden oder Aushorstung, sondern von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird. Nur mit

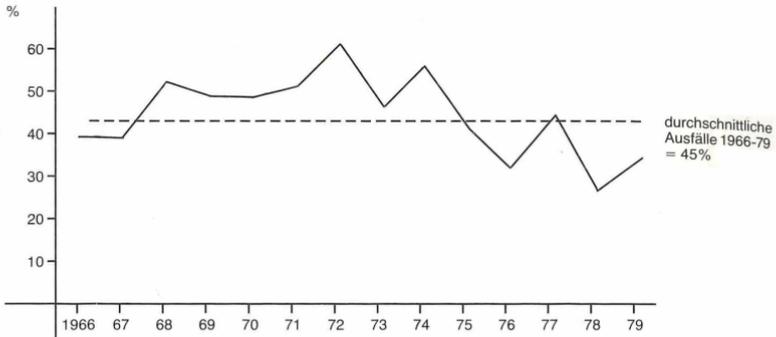


Abb. 10 Ausfallquote = begonnene Gelege minus erfolgreiche Horste (in Prozent der begonnenen Gelege). Die Reproduktion des Wanderfalken in Baden-Württemberg 1966-1979. Bruterfolg je erfolgreichem Horst = 355 Jungvögel : 160 Horste = 2,218, ausgeflogene Junge je brütendem Paar 355 : 293 (160 mal erfolgreich + 133 mal erfolglos) ausgeflogene Junge je vorhandene Paare 355 : 407 (160 + 133 + 114 nicht brütende Paare)

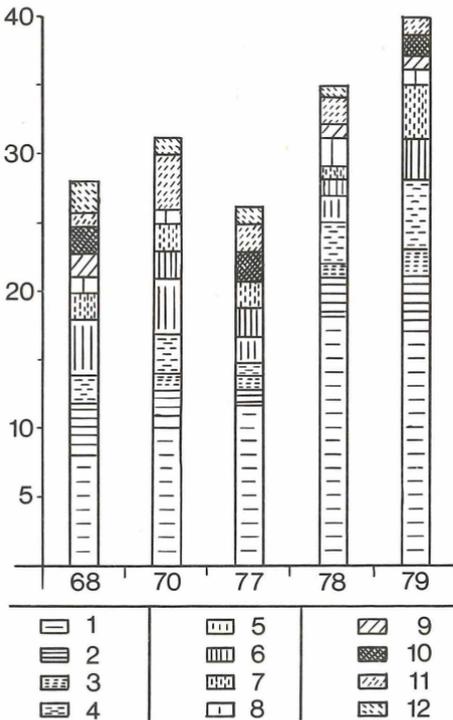


Abb. 11 Auf Wanderfalkenhorste in Baden-Württemberg einwirkende Faktoren. Zeichenerklärung: 1 Paare mit Bruterfolg (n = 65,41%), 2 Paare mit Bruterfolg im Jugendkleid (n = 15, 9,4%), 3 Brutausfall nach Rivalenkampf (n = 5, 3,1%), 4 keine Brut gefunden (n = 14, 8,7%), 5 Marder (n = 12, 7,5%), 6 Uhu (n = 9, 5,6%), 7 Zecken (n = 11, 6,9%), 8 Schnee, Hagel (n = 6, 3,7%), 9 Klettersport, Höhlenforscher (n = 3, 1,8%), 10 Aushorstung (n = 5, 3,1%), Brutabbruch wegen Touristen, Flugzeug, Holzschlag, sowie unbekannt (n = 10, 6,2%), 12 Überbrütete Gelege wegen Touristen, Flugzeug, Holzschlag sowie unbekannt (n = 5, 3,1%).

konsequent kombinierten Schutzmaßnahmen haben wir Aussicht, die wildlebende Population erhalten zu können. Alternativprojekte mit Zielrichtung gegen einzelne Schadfaktoren sind vom Ansatz her zum Scheitern verurteilt.

5. Wanderfalken und Pestizide in Baden-Württemberg

Es verbleibt nun die Aufgabe, zur Wechselbeziehung Wanderfalken und Pestizide eine Stellungnahme zu formulieren unter Berücksichtigung unserer Untersuchungen und Einbezug unserer Erfahrungen. Lassen sie mich dies tun, indem ich keine neue Hypothese zu zahlreichen und teilweise sehr beachtenswerten anderen Hypothesen erstelle, sondern indem ich versuche, an 6 Punkten die erforschten, wie auch die nicht beweisbaren Fakten zu rekapitulieren. Es wird dadurch möglich sein, zu differenzieren und bestehende Hypothesen einzustufen:

1. Die absolute Pestizidkontamination des Wanderfalken in Baden-Württemberg ist bekannt. Sie kann auch in Zukunft überwacht werden. Unter gewissen Vorbehalten können Analyseergebnisse aus anderen Regionen verglichen werden.
2. Bei der gegebenen Kontamination zeigten die entscheidenden brutbiologischen Kennzahlen in Baden-Württemberg keine wesentlichen Merkmale des Pestizid-syndroms in der Definition von RATCLIFFE. Der zeitweise, auch in Baden-Württemberg alarmierende Rückgang zwischen 1955 und 1965, bzw. der bis 1970 weiterdauernde Tiefstand der Wanderfalkenpopulation war gekennzeichnet durch abnehmende Zahl erfolgreicher Horste, während Gelegegröße, Bruterfolg pro erfolgreichem Horst und die übrige Brutaktivität bei geheim gebliebenen Vorkommen keine Kriterien des Syndroms und keine Regression zeigten. Aus jedem dieser Jahre sind Horste mit 3 und 4 ausgeflogenen Jungen bekannt.
3. Die Wanderfalkenpopulation in Baden-Württemberg konnte unter dem Einfluß kombinierter praktischer Schutzmaßnahmen in den vergangenen 6-8 Jahren bei der gegebenen und oben beschriebenen Kontamination nahezu verdoppelt werden. Sie zeigt gegenwärtig deutliche Expansionstendenz.
4. Die oft gehörte Hypothese, Greifvögel, hier Wanderfalken, könnten durch Entnahmen, z. B. für die Falknerei, niemals gefährdet werden, wenn die sonstigen biologischen Bedingungen in Ordnung wären, ist eindeutig widerlegt. Durch einen Bruchteil der Aufwendungen, welche zu den beschriebenen Untersuchungen erbracht worden sind, wäre der Bestand in Baden-Württemberg zum endgültigen Erlöschen zu bringen gewesen. Wir haben ausreichende Kenntnisse der Zusammenhänge, um annehmen zu können, daß dies für jede andere Region gilt, auch für Sizilien, wo lediglich die topographischen Gegebenheiten für das bisherige Überleben des Wanderfalken besonders günstige Voraussetzungen boten.
5. Die kritische Dosis bei der es zur obligaten Auslösung des Pestizidsyndroms kommt, ist nach wie vor unbekannt. Die derzeitige Erholung des britischen Wanderfalkenbestandes könnte sogar andeuten, daß nicht nur Insekten, sondern

auch Vögel in der Lage sind, eine gewisse Resistenz gegenüber entsprechender Kontamination zu entwickeln, bzw. zunächst schädliche Dosen im Verlauf gewisser Zeiten zu tolerieren. Bekanntlich haben auch britische Anwendungsverbote die Pestizide, insbesondere DDE, nicht aus der Umwelt zu eliminieren vermocht. Infolge fehlender Rückstandsanalysen und/oder ungenügender Populationskontrollen ist es heute noch nicht möglich die Ursachen der Wanderfalkenregression bis zum Erlöschen z. B. in Norddeutschland und der DDR zu beurteilen. Nach unserer Meinung ist es aber zwingend erforderlich, neben der Pestizidbelastung auch andere Parameter in solche Überlegungen einzubeziehen.

6. Die Rückstandsanalysen von Organen des Wanderfalken in Baden-Württemberg haben dessen Bedeutung als Bioindikator an exponierter Stelle der Nahrungsketten einmal mehr bewiesen. Mittels solcher Untersuchungen kann man sämtliche lipophilen Pestizide kontrollieren. Damit kommt der Erhaltung des wildlebenden Wanderfalkenbestandes eine für die Öffentlichkeit unverzichtbare, leider noch nicht allgemein anerkannte Bedeutung zu.

6. Wanderfalken als Bioindikatoren

Wie aktuell letztere Fragestellung ist, zeigen die Befunde der PCBs. Zu der Zeit als Daniel A. RATCLIFFE den Begriff Pestizidsyndrom definierte, war eine Kontamination mit PCBs noch unbekannt oder bedeutungslos. Heute reguliert man seinerzeit von ihm verdächtigte Pestizide legislativ, während alle neuen Rückstandsanalysen eine zunehmende Dominanz der PCBs signalisieren. Noch nicht einmal ihre Emissionswege in die Umwelt sind geklärt, weil PCBs nicht willkürlich, etwa beim Pflanzenschutz, ausgebracht werden, sondern wahrscheinlich höherwertigen technischen Verfahren entstammen, obwohl sie nur in „geschlossenen Systemen“ verwendet werden dürfen. Mittels Rückstandsanalysen beim Wanderfalken kann also vor neuen, noch unbekanntem Kontaminationen bereits gewarnt werden, solange Schäden am Menschen noch nicht erkennbar sind.

Wie hautnah ein rechtzeitig verfügbarer Bioindikator den Menschen angeht, zeigt die makabre Diskussion um die Muttermilch. Die derzeitige Müttergeneration in Baden-Württemberg überträgt während der Laktationsperiode fortwährend die 10 bis 30fache für Lebensmittel gesetzlich zulässige Menge DDE auf ihre Säuglinge. Pädagogische Aspekte beim Stillvorgang, wie die Entwicklung psychosomatischer Bindung zwischen Mutter und Säugling müssen fatalerweise gegen Risiken abgewogen werden, die aus massiver Pestizidakkumulation in schnellwachsenden embryonalen Fettgeweben, etwa Zerebral- und Nervensystem der Säuglinge resultieren könnten.

Die Pestizidkontamination scheint mir kein Problem zu sein, das Greifvögel, z. B. Wanderfalken speziell betrifft. Es ist ein vom Menschen produziertes und von ihm zu verantwortendes Spezifikum, das die Umwelt und damit auch den

Menschen selbst universell trifft. Der wildlebende – und zwar nur dieser – Wanderfalken kann bei der Problemlösung neben seiner bedeutsamen Aufgabe im ökologischen Aufbau ein hochwertiges Meßinstrument sein. Wer pauschal erklärt, seine Zeit sei abgelaufen, oder wer sich aktiv oder passiv an seiner Ausrottung beteiligt, indem er z. B. alle anderen Gefährdungsfaktoren vernachlässigt und nur die Pestizidkontamination bewertet, versäumt reale Möglichkeiten.

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): Schilling Friedrich

Artikel/Article: [Die Pestizidbelastung des Wanderfalken in Baden-Württemberg und ihre Rückwirkungen auf die Populationsdynamik 261-275](#)