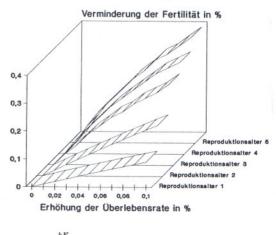
Todesursachen und Überlebensraten - Diskussion

Fehler können natürlich auch entstehen, wenn Ergebnisse, die an Stichproben gewonnen wurden, die nur für einen Teil der Population repräsentativ sind, auf die gesamte Population übertragen werden. Hier spielt der Begriff der Grundgesamtheit (im statistischen Sinne) eine Rolle. Man muß sich demzufolge auf Grund der oben gezeigten Ergebnisse hüten, allein anhand der Daten und Ergebnisse von Ringwiederfunden Aussagen für die gesamte Population treffen zu wollen, das letztlich nur in Kombination verschiedener Methoden (Todesursachenforschung, Ringwiederfundanalysen und Untersuchungen an lebenden markierten Tieren) möglich.



- $f = \frac{kK}{1 + kK} \tag{52}$
- f Betrag um den die Fruchtbarkeit in allen Altersklassen gesenkt wird.
 k Betrag um den die Sterblichkeit in allen Altersklas-
- K Mittleres Reproduktionsalter in der Population

sen gesenkt wird

Abb. 55: Notwendige Senkung der Geburtenrate bei Zunahme der Überlebensrate um 2 - 10 % (absolut), wenn sich die Anzahlen der Geburten und Sterbefälle aufheben sollen.

Rückwirkende Berechnungen einer idealisierten Absterbeverteilung, solcher Parameter wie des mittleren Lebensalters oder des Altersaufbaus einer Population anhand der Ringwiederfunde können somit allenfalls exemplarischen Charakter tragen, ohne ein annäherndes Bild von den möglichen wirklichen Verhältnissen in ihrer Dynamik und Heterogenität zu liefern.

Bilanzierungen des Populationswachstums allein, anhand einer nach Totfunden geschätzten mittleren Überlebensrate der Adultvögel, wie sie z. B. von Meunier (1961) durchgeführt und auf den Brutbestand übertragen wurden, widerspiegeln weder das tatsächliche Geschehen, noch vermitteln sie einen Eindruck von der möglichen Dynamik im Wechselspiel der einzelnen Strukturparameter. Die ausschließliche Anwendung derartiger Erkenntnisse im Wildlife-Management muß zu unberechenbaren Folgen führen, sei es, daß kaum ein Effekt zu verzeichnen ist (z. B. bei Populationen mit grundsätzlich hohem "turn over", r-Strategen, s. a. Gaillard et al. 1989) oder aber

Todesursachen und Überlebensraten - Diskussion

unerwartet starke Reduzierungen bzw. Zunahmen der Populationsgröße eintreten (z. B. MILLER u. BOTKIN 1974).

Hier besteht erheblicher Nachholebedarf in der Methodik, z. B. in Form von Computerprogrammen auf der Grundlage von stochastischen Modellen (s. BOTKIN et al. 1981: 382; HEERKLOSS 1985; MILLER u. BOTKIN 1974; MILLER et al. 1974; NISBET u. Gurney 1982, 1986; Peschel 1976; Peschel u. Mende 1986), die den jeweiligen alters- u. evtl. zeitabhängigen Charakter der eingehenden Verteilungen von Fruchtbarkeit und Sterblichkeit berücksichtigen, modulieren und die daraus resultierende Dynamik des Populationswachstums in grafischer Form auch dem Nicht-Mathematiker veranschaulichen können. Dabei wird es wichtig sein, Zahlen und andere Ergebnisse in den richtigen Relationen zu den Ausgangsdaten zu sehen und zu interpretieren (s. Feige 1987: 55). Als Motto kann gelten:

[&]quot;... use simple mathematics, ... compute statistically and ... think biologically" (RINNE et al. 1987)

6. Schlußfolgerungen

Der Focus liegt bei der vorliegenden Untersuchung auf der Analyse von Datenmaterial, das in rückliegenden Zeiträumen unter bestimmten Bedingungen und im Hinblick auf Mortalitätsuntersuchungen ohne Konzept gesammelt wurde. Demzufolge müssen dem Erkenntnisgewinn und der Qualität der Ergebnisse aus solchen Daten Grenzen gesetzt sein. Abhilfe vermag in der Zukunft nur eine gezielte und klare Fragestellung zu bringen, außerdem bedarf es der materiellen und technischen Möglichkeiten diese auch umzusetzen.

Wenn der Wunsch besteht, wesentliche Erkenntnisse über die Mortalität aus Funddaten markierter Tiere zu erhalten, dann erfordert das eine entsprechende Ausrichtung der Beringungsexperimente (Anzahl und Alter der beringten Tiere sowie Zeitraum und Abfolge in dem die Markierungen bzw. Wiederfunde erfolgen, z. B. Brownie et al. 1985) und die elektronische Speicherung aller Beringungs- und Funddaten. In der Planung wird dabei ein Kompromiß zwischen den Anforderungen an die Genauigkeit der Ergebnisse, dem davon abhängenden Stichprobenumfang und Beringungsaufwand sowie den Kosten zu finden sein. Diese "Kostenvoranschläge" können z. B. durch die Konstruktion von Schätzfunktionen (Skalski 1985) erleichtert werden.

In diesem Zusammenhang ist auch die Wahl des Materials für die Markierungen zu sehen. Seit langem ist bekannt, daß Aluminium nicht der am besten geeignete Werkstoff für die Herstellung von Vogelringen ist (Drost 1935). Alternativen finden sich z. B. in Monell (Kupfer-Nickel-Legierung), Messing, Incoloy (Nickel-Eisen-Chrom-Legierung) oder rostfreiem Stahl. Allerdings sind auch diese Materialien nicht gegen Abnutzung gefeit (Coulson 1976). Verfügbarkeit, geringes Gewicht und nicht zuletzt die Kostenfrage führten am Ende doch zur hauptsächlichen Verwendung von Aluminium.

In Zukunft sollte bei der Planung von Beringungsexperimenten in Abhängigkeit von der Fragestellung stärker differenziert werden. So sollten generell langlebigere Ringe zur Anwendung kommen. Für spezielle Mark-Recapture-Experimente, die von geschultem Personal an lokalen abgegrenzten Populationen durchgeführt werden, ist der Einsatz miniaturisierter elektronischer Speichermedien (glasummantelte Chips) denkbar, die subcutan injiziert werden und bisher z. B. zur eindeutigen Identifizierung bei Rennpferden oder Rassehunden dienen.

Ringverluste durch Materialabnutzung lassen sich korrigieren. Die Ausgangsdaten können aber auch durch die im Prozess der Korrektur enthaltenen subjektiven Mo-

Schlußfolgerungen

mente in fehlerhafter Weise verändert werden. Eine nachträgliche Korrektur der Fundzahlen gegenüber Ringverlusten ist deshalb immer die schlechtere Wahl!

Es ist mittlerweise zur Genüge bekannt, daß die Analyse von Ringwiederfunden nur ein recht einseitiges Bild vom Absterbegeschehen vermitteln kann. Die Ursachen dafür wurden bereits ausführlich erläutert und liegen vor allem in den durch sprachliche und kulturelle Differenzen territorial schwankenden, von der Todesursache und z. T. dem Alter abhängigen Fund- und Meldewahrscheinlichkeiten. So finden sich im Vergleich zu den Bedingungen in der Natur vor allem durch anthropogen bedingte Todesursachen ums Leben gekommene Vögel in unverhältnismäßig hohem Maß im Wiederfundmaterial. Durch natürliche Faktoren gestorbene Tiere sind dagegen stark unterrepräsentiert.

Ringwiederfunde decken aber einen Bereich ab, der von Populationsstudien in der Regel ausgespart wird. Von vielen Arten liegen zudem Wiederfunde vor, die aus Zeiträumen stammen, in denen gezielte Populationsstudien selten waren.

Auch die Untersuchungen an lebenden Vögeln mit Hilfe von Mark-Recapture-Studien liefern ein tendenziell verschobenes Bild, da sie in der Regel nur die Brutpopulation von territorial begrenzten Subpopulationen beleuchten, Nichtbrüter und Emmigranten werden dagegen nicht im erforderlichen Maß erfaßt.

Aus diesem Grunde sollten Totfundanalysen und Untersuchungen, die auf der Beobachtung markierter, noch lebender Tiere basieren, parallel erfolgen, wenn es um die Aufdeckung von Regulationsmechanismen und entsprechende Möglichkeiten zum Wildlife Management geht. Ideal wäre der Fall, wo an den Subpopulationen einer Art im gleichen Zeitraum an verschiedenen Orten verhaltensbiologisch und ökologisch ausgerichtete Populationsstudien mit gleicher Methodik (Mark-Recapture) durchgeführt und von einer Ringfundanalyse begleitet werden. Unter Umständen vermag dabei ein Komplex von Untersuchungen mit gezielter Fragestellung an wenigen, aber gut für Experimente geeigneten Vogelarten (Häufigkeit, Empfindlichkeit), die sich im Spektrum zwischen r- und K- Strategie (s. STEARNS 1976; HORN 1981) in die beiden Extrempositionen sowie in der Mitte einordnen, mehr über die Dynamik demografischer Prozesse und Eingriffsmöglichkeiten aufzudecken, als viele, aber ungenaue und tendenziöse Teilergebnisse von möglichst allen Arten. Die notwendigen statistischen Modelle zur Schätzung der Überlebensraten sind vorhanden (z. B. Aebischer 1987; Brownie et al 1985; Burnham et al 1987; Cormack 1979; Lakhani 1987; Mar-DEKIAN U. MACDONALD 1981; SEBER 1973; SILER 1971; TAUCHERT 1989).

Schlußfolgerungen

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, daß die Überlebensraten durch alters- und jahresabhängige Ursachen beeinflußt werden können. Sofern Datenmaterial von ausreichender Menge und Qualität vorhanden ist, lassen sich diese Einflüsse abschätzen. Auch hier liegen die statistischen Modelle vor, um die entsprechende Veränderung der Überlebensraten zu schätzen. Allerdings bedürfen einige Modelle zur Schätzung altersabhängiger Überlebensraten noch der Weiterentwicklung. Alle Modellen zur Schätzung von Überlebensraten, seien es nun mittlere, alters- oder jahresabhängige, sind mit spezifischen Fehlern unterschiedlicher Größe behaftet. Problematisch bleibt vor allem die Schätzung von altersabhängigen Überlebensraten, da sich sowohl die Wiederfund- als auch die Überlebensrate in vom Alter abhängiger Weise verändern kann, beide Raten aber nicht voneinander getrennt werden können. Besonders sensibel ist hier die Überlebensrate im ersten Lebensjahr.

Eine Über- oder Unterschätzung von Überlebensraten führt mitunter zu erheblichen Fehlern bei der Ableitung anderer Strukturparameter und Übertragung derartiger Ergebnisse auf die Zielpopulation. Bevor solche Schätzungen in Behandlungsrichtlinien zum Schutz, Bejagungsplänen zur Nutzung oder anderweitige Maßnamen zur Regulation von Vogelarten einfließen, sollte eine Zusammenschau aller vorhandenen mit verschiedenen Methoden gesammelten quantitativen und qualitativen Ergebnisse vorgenommen werden. Als Entscheidungshilfen könnten Simulationsprogramme für Computer dienen, in die alle vorhandenen Daten einfließen. Solche Programme sollten die Unterteilung des Systems berücksichtigen (SIEFKE 1986), die Verknüpfung der Compartments entsprechend der unterschiedlichen linearen oder nichtliniearen Beziehungen erlauben und die erwartete Entwicklung der Population nach entsprechenden Eingriffen grafisch darstellen. Vor der erstmaligen Anwendung der Ergebnisse sollten sie an geeigneten Populationen, u. U. im Labor, überprüft werden (WALTERS u. HOLLING 1990).

Unter Umständen kann die Stochastik der Prozesse ein gezieltes Eingreifen unmöglich machen, so daß nur die Rahmenbedingungen für das System gesetzt werden können. Inwieweit das jedoch der Fall sein wird, läßt sich nur mit dem eben entworfenen Versuchsansatz herausfinden.

Die wissenschaftliche Beringung ist eine Methode, mit der vor allem auf indirektem Wege ein Teil des Geschehens in Vogelpopulationen erforscht werden kann. Seit ihrer Einführung vor über 100 Jahren durch H. C. Mortensen hat sich nicht nur ein unschätzbarer Datenfundus angesammelt, es sind auch Erfahrungen hinzugekommen. Und so trifft das folgende Zitat von ADAM (1982):

Schlußfolgerungen

"Der konkrete empirische Erkenntnisprozeß schließt eine Folge von Irrtumsmöglichkeiten ein. Die meisten möglichen Irrtümer werden auch tatsächlich begangen."

wohl den Kern, wenn hinzugefügt wird, daß mittlerweile auch die meisten möglichen Erfahrungen gemacht wurden.

Beringung wird auch in Zukunft die Methode der Wahl bleiben müssen, um tiefere Erkenntnisse über das Leben von einzelnen Individuen und Gruppen von Vögeln zu gewinnen, trotz der Nachteile, die sie unbestritten hat (u. a. Burley 1985; Burnham u. Nichols 1985; Perdeck 1977; Schulz 1987) und obwohl in Zukunft sicher z. T. mit telemetrischen Methoden in mancher Hinsicht viel genauere Aussagen getroffen werden können (Berthold et al. 1991; Heisey u. Fuller 1985; Nowak u. Berthold 1987; Smith 1986). Den Weg der jetzt im Hinblick auf Mortalitätsstudien zu gehen ist beschreibt North (1987) wie folgt:

"We have reached a stage where ornithologists have ammassed vast quantities of data and statisticians have developed an increasingly sophisticated array of models for fitting to the data, especially in survival studies. Readily available computer software makes the survival models, and modifications of them, easily accessible to most workers. The way forward now is for the biologists to use the models and to familiarise themselves with him."

Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, daß ein Handwerkszeug allein noch kein Produkt macht. Entscheiden wird nach wie vor das Zusammenspiel zwischen Beobachtungsgabe im Feld, Theorienbildung, Klarheit der Fragestellung und statistischer Analyse.

- 1. Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Auswertung von Wiederfunden beringter Vögel unter dem Gesichtspunkt der Sterblichkeit. Seit über einem Jahrhundert werden in Mitteleuropa Vögel mit wissenschaftlicher Fragestellung beringt. Ursprünglich stand dabei der Wunsch im Vordergrund, mehr über die Zugwege und Ortswechsel der Vögel zu erfahren. Zunehmend erweisen sich aber die auf diesem Wege gesammelten Daten auch als hilfreich bei der Beantwortung anderer Fragen, die im Zusammenhang mit dem Schutz, der Nutzung oder der Regulation des Populationswachstums von Vogelarten stehen.
- 2. Es ist möglich anhand der Wiederfunde Auskunft über die qualitativen und quantitativen Aspekte der Mortalität in Vogelpopulationen zu erhalten. Sei es in Form der Häufigkeit bestimmter Todesursachen oder Höhe der Überlebensraten, wobei Lebend- und Totfunde eine jeweils andere Herangehensweise erfordern. Die vorliegende Arbeit stützt sich ausschließlich auf die Auswertung der Totfunde von beringten Vögeln.
- 3. Ziel war es, die technischen Möglichkeiten für eine explorative Auswertung des Datenmaterials der Vogelwarte Hiddensee im großen Maßstab zu schaffen und an wenigen Beispielarten zu illustrieren. Aufgrund des Materialumfanges wurden dafür Weißstorch und Mäusebussard ausgewählt. Außerdem sollte eine Möglichkeit zur Korrektur von Ringverlusten gefunden werden.
- 4. Durch die Abnutzung der relativ weichen Aluminiumringe kommt es zu Verlusten der Markierung, die über die Veränderung der Fundzahlen zur u. U. beträchtlichen Unterschätzung der Überlebensraten führen können. Derartige Fehler sind mit erheblichen Konsequenzen in allen darauf aufbauenden Entscheidungen verbunden. Deshalb wurde versucht, durch eine einfache werkstoffkundliche Untersuchung von getragenen und an der Vogelwarte aufbewahrten Ringe von 9 Vogelarten (Höckerschwan, Mäusebussard, Turmfalke, Bleßralle, Sandregenpfeifer, Alpenstrandläufer, Schleiereule, Kohlmeise, Dohle) Auskunft über die Ursachen der Abnutzungsprozesse zu gewinnen. Das Ausmaß und der zeitliche Verlauf des Materialverlustes wurde über Wägung der unterschiedlich lange getragenen Ringe ermittelt.

- 5. Ursache für den Masseverlust von Vogelringen ist das Zusammenspiel von Ätzvorgängen (gefügegesteuertes Lösen) und mechanischem Abrieb. Die Oberfläche wird bei der nicht immer mit Materialabtrag verbundenen Umformung durch Schleif- und Poliermittel (Sand, Kieselsäure etc.) infolge der Kaltverfestigung härter, aber auch spröder und brüchiger. Je nachdem welche Ursache überwiegt, verläuft das Ringverlustgeschehen mehr oder weniger progressiv in Abhängigkeit von der vorhandenen Masse oder zufällig und unabhängig davon.
- 6. Besonders starke Materialverluste finden sich bei den Ringen von Höckerschwan, Bleßralle, Sandregenpfeifer, Alpenstrandläufer, Kohlmeise und Dohle, dagegen ändert sich die mittlere Masse der getragenen Ringe bei den untersuchten Greifen kaum im Verlauf der Zeit. In höheren Tragezeitklassen strebt die mittlere Ringmasse häufig asymptotisch gegen einen konstanten Wert bzw. nimmt wieder zu. Es wird vermutet, daß Ringe, die diesen Wert erreicht oder unterschritten haben, bereits vom Vogelfuß abgefallen sind und demzufolge im Fundmaterial der Vogelwarten nicht mehr auftauchen.
- 7. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse wurde ein statistisches Verfahren abgeleitet, mit dessen Hilfe die durch Ringverluste verfälschten Wiederfundzahlen korrigiert werden können. Dieses Verfahren basiert auf der Voraussetzung, daß die Ringmassen in den einzelnen Tragezeitklassen normalverteilt sind. Entscheidend für die Korrektur ist das Verhältnis der mittlere Ringmasse und deren Standardabweichung in der jeweiligen Tragezeitklasse zu einem empirisch festgelegten kritischen Wert der Ringmasse, bei dessen Erreichen die Ringe abfallen.
- 8. Die Überprüfung des Verfahrens an Beispieldaten von der Bleßralle ergibt einen deutlichen Effekt der Korrektur auf die geschätzten Überlebensraten, wenn Modelle zur Schätzung altersabhängiger Überlebensraten verwendet werden. Sinnvoll ist die Korrektur erst für Wiederfundjahrgänge, die auf das Tragejahr der Ringe folgen, in dem die Ungleichung Mittelwert Standardabweichung < kritischer Wert gilt.</p>

- 9. Durch die dem Korrekturverfahren inherenten subjektiven Momente können neue Fehler entstehen. Auf Grund der Berechnungsweise beeinflussen Irrtümer bei der Wahl des kritischen Wertes der Ringmasse, Fehler bei der Abschätzung der Standardabweichungen und Fehler, die durch Multiplikation der kleinen ganzen Zahlen von Wiederfunden in höheren Lebensaltern mit großen Korrekturfaktoren entstehen, das Ergebnis besonders. Es erscheint außerdem überdenkenswert, eine andere als die dem Verfahren zugrunde liegende Normalverteilung zu wählen.
- 10. Zur Untersuchung aller Aspekte der Mortalität anhand von Ringwiederfunden ist es notwendig, Ringwiederfunde nach verschiedenen Kriterien zu selektieren, zu sortieren und die Häufigkeiten auszuzählen. Um diese immer wiederkehrenden und zeitraubenden Tätigkeiten zu automatisieren, wurde die Programmroutine DATASORT für das Datenbanksystem DBASE geschrieben. Das Programm SE-LECT dient zum selektiven Export von Daten, die für die Schätzung von Überlebensraten verwendet werden sollen.
- 11. Aus den derzeit bekannten statistischen Modellen zur Schätzung von Überlebensraten anhand der Totfunde beringter Vögel wurden insgesamt 12 Modelle ausgewählt und mit statistischen Testverfahren zur Wertung der Ergebnisse bzw. zum Vergleich der Fundverteilungen in einem dritten Computerprogramm (BIRDSTAT) mit speziellen Routinen zur Dateneingabe, Zählung, Sortierung und Selektion kombiniert. Unter den statistischen Modellen befinden sich 3 Modelle zur Schätzung mittlerer Überlebensraten und 3 Modelle zur Schätzung jahresabhängiger mittlerer Überlebensraten von adulten Ringvögeln sowie 6 Modelle zur Schätzung altersabhängiger Überlebensraten von Ringvögeln. Dieses Programm enthält auch das oben genannte Verfahren zur Korrektur der Fundzahlen gegenüber Ringverlusten. Alle drei Programme wurden an gesonderter Stelle bereits beschrieben.
- 12. Zum besseren Verständnis werden die statistischen Modelle mit ihren Voraussetzungen, den erforderlichen Daten und geschätzten Parametern sowie die z. T. sehr unterschiedlichen mathematischen Notationen in Übersichten gegenübergestellt und auf eine in der Arbeit einheitlich verwendete Notation zurückgeführt. Anhand von Wiederfundmatrizen, die nach definierten Vorgaben erzeugt wurden, werden die Eigenschaften der Modelle zur Schätzung alters- und jahresabhängiger Überlebensraten erläutert und die Genauigkeit der Schätzungen überprüft, dabei wird auf systematische Fehler hingewiesen.

- 13. Die Analyse der Totfundverteilungen von Weißstorch und Mäusebussard kann sowohl Auskunft über qualitative als auch quantitative Aspekte geben. Beim Weißstorch fallen bereits in den ersten drei Monaten nach der Beringung rund drei Viertel aller Totfunde aus dem ersten Kalenderjahr an, etwa derselbe Prozentsatz adulter Störche stirbt während des Aufenthaltes im Brutgebiet in den Monaten April bis August. Als Haupttodesursache muß für den Weißstorch Kollision gelten, gefolgt von geschossenen Alttieren und Unfällen juveniler Tiere in den ersten Lebensmonaten. Die Verteilung der Funde mit unbekannter Ursache zeigt einen ähnlichen zeitlichen Verlauf wie die Verteilung der kollidierten Tiere, der Schluß liegt nahe daß sich auch innerhalb der Tiere mit unbekannter Fundursache vor allem kollidierte Störche finden.
- 14. Eine räumliche Auftrennung der Fundursachen fördert zutage, daß Kollisionsopfer vor allem in den dichter besiedelten Teilen des Brut- bzw. Überwinterungsgebietes zu beklagen sind. Auf dem Zug kommen Weißstörche vor allem durch die Jagd um. Diese Aussage kann sowohl für das nach Osten ziehende als auch für das nach Westen ziehende Kollektiv aus der vorhandenen Stichprobe gelten.
- 15. Auch beim Mäusebussard stellen die kollidierten Vögel den Hauptteil der Funde mit bekannter Todesursache bei den juvenilen und adulten Tieren. Diese Funde fallen bei den juvenilen Tieren kurz nach dem Ausfliegen sowie in den Herbst- und Wintermonaten gehäuft an. Die Funde von kollidierten adulten Tieren finden sich nahezu gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt mit leichter Häufung in den Wintermonaten. Die Verteilung der Funde mit anderer Todesursache läßt bei den juvenilen Tieren keinen eindeutigen Trend erkennen, adulte geschossene oder durch Unfälle sowie Wetterunbilden umgekommene Tiere finden sich ausschließlich in den herbst- und Wintermonaten. Im Verhältnis zum Weißstorch ist die Zahl von Totfunden mit unbekannter Fundursache besonders hoch und zeigt in beiden Altersklassen eine deutliche Häufung in den Wintermonaten.
- 16. Die genauere Aufschlüsselung der Totfunde von kollidierten Tieren nach der Art der Kollision ergab erhebliche Unterschiede in den Proportionen von mit Freileitungen, Fahrzeugen und sonstigen Gegenständen kollidierten Mäusebussarden und Weißstörchen. Während erstere mit zwei Dritteln Fahrzeugen und mit nahezu einem Drittel Freileitungen zum Opfer fallen verhält es sich beim Weißstorch genau umgekehrt. Hier bestehen noch Unterschiede in Abhängigkeit von der geographischen Breite des Fundortes.

- 17. Ein Vergleich der am Mäusebussard gewonnenen Ergebnisse mit solchen von anderen Autoren aus zurückliegenden Zeiträumen fördert deutliche Unterschiede zu Tage, die zum einen in der unterschiedlichen Methodik, zum anderen in der veränderten Haltung des Gesetzgebers und der Bevölkerung gegenüber Greifen begründet liegen. Gleichzeitig zeigt sich, daß die ausschließlich auf Totfunde beschränkten Stichproben nicht repräsentativ für die Gesamtpopulation sind und ein z. T. mit erheblichen systematischen Fehlern versehenes Abbild der tatsächlichen Verhältnisse liefern. Davon abgeleitete Erkenntnisse können nur bedingte Gültigkeit haben und dürfen nicht ohne weiteres auf die Zielpopulation projiziert werden.
- 18. Die Zusammensetzung der Stichprobe wird im wesentlichen durch zahlreiche vom Verhalten der Vögel und Menschen sowie spezifischen Umweltbedingungen abhängige, räumlich und zeitlich differenzierte Einflüsse auf die Wiederfundrate bestimmt. Daneben spielt die Stichprobengröße eine erhebliche Rolle. Es kann gezeigt werden, daß ein deutlicher logarithmischer Zusammenhang zwischen der Stichprobengröße und der im Fundmaterial enthaltenen Anzahl von Fundursachen besteht. Ausgewogene Verteilungen der Fundursache können erst oberhalb von 1000 Ringwiederfunden pro Art erwartet werden, wobei die erfaßte Anzahl von Fundursachen durch die vergebenen EDV-Schlüssel begrenzt wird, demzufolge eine subjektive Größe ist und die Anzahl und Vielfalt der natürlichen Todesursachen keinesfalls widerspiegelt.
- 19. Die mit Hilfe des Programmes geschätzten mittleren Überlebensraten der adulten Vögel liegen in einer für die jeweilige Art charakteristischen Größenordnung, die für den Weißstorch im Bereich von 75 80 %, für den Mäusebussard im Bereich von 60 75 % zu finden ist. Bei einer Aufsplittung der Stichprobe nach Todesursache divergieren die Ergebnisse beim Mäusebussard um bis zu 13 %, wobei der geringe Stichprobenumfang berücksichtigt werden muß.
- 20. Die Schätzung mit altersspezifischen Modellen ergibt jedoch für beide Arten eine deutliche Abhängigkeit der Überlebensrate vom erreichten Lebensalter, ohne daß die Jugendsterblichkeit berücksichtigt wird. Beim Weißstorch kann für die ersten sechs Lebensjahre, die auf die juvenile Phase folgen, Altersunabhängigkeit der Überlebensrate bestätigt werden, danach sinkt die Überlebensrate bei allen Teilstichproben rapide von 80 auf bis zu 45 % ab. Beim Mäusebussard findet sich dagegen ein eher stetiger Anstieg der Überlebensrate mit zunehmendem Lebensalter von 70 auf etwa 80 %.

- 21. Zwischen den Überlebensraten, die anhand der Stichprobenkollektive mit unterschiedlicher Todesursache geschätzt wurden, können erhebliche Unterschiede im zeitlichen Verlauf und der Größenordnung bestehen. Beim Mäusebussard finden sich im selben Lebensabschnitt Differenzen von 15 bis 20 % zwischen der altersabhängigen Überlebensrate von kollidierten Tieren und solchen, deren Todesursache bekannt ist, die aber nicht kollidiert sind. Die Überlebensrate kollidierter Mäusebussarde scheint unabhängig vom Alter zu sein. Hier ergeben sich Parallelen zu Ausfallprozessen bei technischen Objekten. Es ist bekannt, daß plötzliche Ausfälle mit zufälligem Charakter unabhängig von der Laufzeit von Maschinen sind, durch Verschleiß oder irreversible physikalische Prozesse hervorgerufene Ausfälle werden dagegen allmählich häufiger. Kollisionen sind zufällige und sicher vom Alter unabhängige Ereignisse.
- 22. Bemerkenswert sind die Unterschiede in der Jugensterblichkeit beider Arten. Auf Grund des systematischen Fehlers der Methoden k\u00f6nnen nur relative Vergleiche angestellt werden, dennoch ist der steile Anstieg von 35 % im ersten Lebensjahr auf 85 % im zweiten Lebensjahr beim Wei\u00dfstorch ein beachtlicher Gegensatz zum Anstieg von 55 auf nur rund 65 % im selben Zeitabschnit beim M\u00e4usebussard. Diese Ergebnisse finden ihre Entsprechung in den Fundh\u00e4ufigkeiten.
- 23. Die Ergebnisse der Schätzung mit unterschiedlichen altersspezifischen Modellen gehen unter Berücksichtigung der Grenzen durch die Modellstruktur nahezu konform. Anhand der Modelleigenschaften wird die Composite Dynamic Life Table und das an der Vogelwarte Hiddensee neu entwickelte Modell von Tauchert für weitere Untersuchungen favorisiert. Sinnvoll wäre auch eine Erweiterung des Programmes um weiter generalisierte Modelle nach dem Ansatz von Lebreton. Anhand eines Beispiels wird die Interpretation und Wertung der Ergebnisse mit Hilfe der auf jede Schätzung folgenden Teststatistik (χ²-Anpassungstest) erläutert.

- 24. Neben altersabhängigen Einflüssen wirken sich Einflüsse auf die Überlebensrate aus, die sich Kalenderjahren zuordnen lassen, wie z. B. im weitesten Sinne witterungsbedingte Todesfälle. Vor allem die mittlere jährliche Überlebensrate der adulten Mäusebussarde schwankt erheblich in Abhängigkeit vom Kalenderjahr, wobei der Schwankungsbereich zwischen 50 und 80 % liegt. Die besten Korrelationen zu Wetterdaten ergeben sich für die Monatsmittel der Temperatur in den Monaten März, September und Dezember (negativ), für den Mittelwert der Temperatur im Zeitraum von Januar bis April und der Anzahl der Frosttage (negativ). Keine der Korrelationen ist signifikant. Die Schwankungen der mittleren jährlichen Überlebensrate von adulten Weißstörchen sind bei weitem nicht so ausgeprägt und liegen im Bereich von 65 bis 85 %. Sinnvolle Beziehungen zu jahresbedingten Unterschieden in der Witterung lassen sich hier nicht finden.
- 25. Beim Vergleich von Überlebensraten, die mit unterschiedlicher Methodik gewonnen wurden lagen solche aus der Analyse von Ringwiederfunden in der Regel niedriger als Überlebensraten, die z. B. von anderen demografischen Parametern abgeleitet wurden. Bisher wurde die Erklärung in der Verfälschung der Fundzahlen durch Ringverluste gesucht. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß ähnlich große und z. T. noch größere Differenzen bereits zwischen den Ergebnissen von Teilstichproben mit unterschiedlicher Todesursache bestehen können, Ringverluste dagegen kaum so drastische Unterschiede hervorrufen. Da mit der unterschiedlichen Methodik jeweils andere Bereiche der Population beleuchtet werden, liegt es nahe, die gefundenen Differenzen zwischen den geschätzten Überlebensraten als Differenzen zwischen Stichproben unterschiedlichen Charakters zu deuten, die sich nicht auf die selbe Grundgesamtheit beziehen. Aussagen über die Sterblichkeit, die anhand einer Analyse von Ringwiederfunden getroffen werden, können deshalb bestenfalls einen Teil des Absterbegeschehens erklären. Selbiges gilt auch für gezielte Populationsstudien an lebenden Tieren mit Hilfe von Mark-Recapture-Experimenten.

- 26. Der Vorteil von Ringwiederfundauswertungen liegt darin, Auskunft über die partielle Sterblichkeit von an ausgewählten Todesursachen gestorbenen Tieren zu erhalten, sofern eine derartige Aufspaltung vorgenommen werden kann. Außerdem widerspiegeln sie das Absterbegeschehen in größeren räumlichen Dimensionen. Von vielen Arten liegen zudem Wiederfunde vor, die aus Zeiten stammen, in denen gezielte Populationsstudien selten waren. Es ist jedoch fraglich, ob sich mit den über die gesamte Population räumlich oder zeitlich "gemittelten" Raten ähnliche Ergebnisse erzielen lassen, wie durch eine den natürlichen Verhältnissen näherkommende Summierung der Zustände in den einzelnen Subpopulationen.
- 27. In diesem Zusammenhang muß den alters- und jahresabhängigen Aspekten der Mortalität und deren Bezug zu einzelnen Todesursachen weit mehr Beachtung geschenkt werden als bisher, denn der Einfluß derartiger Differenzierungen der Überlebensrate auf das Systemverhalten ist noch weitestgehend ungeklärt. Bekannt ist, daß Fehler, die durch Wahl eines falschen oder reduktionistischen Modells zur Schätzung von Überlebensraten gemacht werden, fatale Folgen haben können, wenn solche Ergebnisse in Populationsbilanzen verwendet werden. So schlägt sich z. B. eine Überschätzung der Überlebensrate um 5 % in einer Verdopplung der mittleren Lebenserwartung von 10 auf 20 Jahre nieder, wenn die tatsächliche Überlebensrate 90 % beträgt. Allerdings gehen schon die Konfidenzintervalle bei den meisten Schätzungen weit über diesen Bereich hinaus.
- 28. In Zukunft sollte bei der Planung von Beringungsexperimenten in Abhängigkeit von der Fragestellung stärker differenziert werden und sowohl die Auswertung von Ringwiederfunden als auch gezielte Populationsstudien ihre Berücksichtigung finden. Ideal wären verhaltensbiologisch und ökologisch ausgerichtete Untersuchungen von verschiedenen Subpopulationen einer Art im gleichen Zeitraum an verschiedenen Orten, die von einer Ringwiederfundanalyse beglleitet werden. Unter Umständen vermag ein Komplex von Untersuchungen mit gezielter Fragestellung an wenigen, aber gut für Experimente geeigneten Vogelarten, die sich im Spektrum zwischen r- und K-Strategie in beide Extrempositionen sowie in der Mitte einordnen, mehr über die Dynamik demografischer Prozesse und Eingriffsmöglichkeiten aufzudecken als viele, aber ungenaue und tendeziöse Teilergebnisse von möglichst allen Arten.

8. Literatur

- ADAM, J. (1982): Modell und Wirklichkeit bei statistischen Schlüssen. Biol. Rdsch. 20: 193-205.
- AEBISCHER, N. J. (1983): Restoring the legibility of the inscription of abrased or corroded bird-rings. Ringing and Migration 4: 275-280.
- AEBISCHER, N. J. (1987): Estimating time-specific survival rates when the reporting rate is constant. Acta Ornithol. 23 (1): 35-40.
- AEBISCHER, N. J. und J. C. COULSON (1990): Survival of the kittiwake in relation to sex, year, breeding experience and position in the colony. J. Anim. Ecol. **59**: 1063-1071.
- AINLEY, D. G. und D. P. DE MASTER (1980): Survival and mortality in a population of Adélie Penguins. Ecology 61 (3): 522-530.
- AINLEY, D. G., C. A. RIBIC und R. C. Wood (1990): A demographic study of the south polar skua Catharacta maccormicki at Cape Crozier. J. Anim. Ecol. 59: 1-20.
- ALERSTAM, T. und G. HÖGSTEDT (1982): Bird migration and reproduction in relation to habitats for survival and breeding. Ornis Scandinavica 13: 25-37.
- ANDERSEN-HARILD, P. (1971): Loss of rings in Mute Swan. The Ring 76: 131-132.
- ANDERSON, A. (1980): Band wear in the Fulmar. J. Field Ornith. 51: 101-109.
- ANDERSON, D. und K. P. BURNHAM (1976): Population ecology of the mallard. VI. The effect of exploitation on survival. Washington D.C.
- ANDERSON, D. R., K. P. BURNHAM und G. C. WHITE (1985): Problems in estimating age-specific survival rates from recovery data of birds ringed as young. J. Anim. Ecol. **54**: 89-98.
- ANDERSON, D. R. und K. P. BURNHAM (1987): Estimation of avian survival rates from ringing data: Comments on methodology. Acta Ornithol. 23 (1): 13-25.
- ANDERSON, D. R., A. P. WYAWIALOWSKI und K. P. BURNHAM (1981): Test of the assumptions underlying life table methods for estimating parameters from cohort data. Ecology 62 (4): 1121-1124.
- AUTORENKOLLEKTIV (1973): Werkstoffe der Elektrotechnik und Elektronik. Leipzig.
- BAILLIE, S. R. und R. GREEN (1987): The importance of variation in recovery rates when estimating survival rates from ringing recoveries. Acta Ornithol. 23 (1): 41-60.
- Bairlein, F. (1981): Analyse der Ringfunde von Weißstörchen (Ciconia ciconia) aus Mitteleuropa westlich der Zugscheide: Zug, Winterquartier, Sommerverbreitung vor der Brutreife. Vogelwarte 31 (1): 33-44.
- BAIRLEIN, F. (1985): Dismigration und Sterblichkeit in Süddeutschland beringter Schleiereulen (Tyto alba). Vogelwarte 33 (2): 81-108.
- BATTEN, L. A. (1978): The seasonal distribution of recoveries and causes of Blackbird mortality. Bird Study 25: 23-32.

- BAUER, K. und U. N. GLUTZ VON BLOTZHEIM (1966): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Frankfurt/Main, Bd. 1.
- BAUER, K. M., E. BEZZEL und U. N. GLUTZ VON BLOTZHEIM (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd. 4. Frankfurt a. M.
- Berndt, R. und H. Sternberg (1963): Ist die Mortalitätsrate adulter Ficedula hypoleuca wirklich unabhängig vom Lebensalter? Proc. XIII Intern. Ornithol. Congr.: 675-684.
- BERTHOLD, P., J. GRIESINGER, E. NOWAK und U. QUERNER (1991): Sateliten-Telemetrie eines Gänsegeiers (Gyps fulvus) in Spanien. J. Orn. 132 (3): 327-329.
- BINKLEY, C. S. und R. S. MILLER (1980): Survivorship of the Whooping Crane, Grus americana. Ecology 61 (2): 434-437.
- BLÜMECKE, TH. (1991): Wunder der Evolution Optimierung mit Evolutionsstrategien und genetischen Algorithmen. c't Magazin für Computertechnik. (12): 228-239.
- Воткіл, D. B., J. M. MELLILO und L. S. -Y. Wu (1981): How ecosystem processes are linked to large mammal population dynamics. in: Fowler, C. W. und T. D. Smith (ed.): Dynamics of large mammal populations.
- Воткіл, D. B. und R. S. MILLER (1974): Mortality rates and survival of birds. The American Naturalist 108 (960): 181-192.
- Boyd, H. (1962): Mortality and Fertility of European Charadrii. Ibis 104: 368-383.
- Bradley, J. S., R. D. Wooler, I. J. Skira und D. L. Serventy (1989): Age-dependent survival of breeding short-tailed shearwaters Puffinus tenuirostris. J. Anim. Ecol. 58: 175-188.
- Brogмus, H. (1966): Kältewinter und Greifvögel. Tier und Umwelt N.F. (3): 1-34.
- BROWNIE, C., D. A. ANDERSON, K. P. BURNHAM und D. S. ROBSON (1985): Statistical inference from band recovery data A handbook. Washington D.C.
- Budach, L. (1989): Mathematik Informatik Technik, Teil I u. II. Wissenschaft und Fortschritt 39 (9/10): 221-225/269-272.
- BURLEY, N. (1985): Leg-band color and mortality patterns in captive breeding populations of Zebra finches. The Auk 1985 (3): 647-650.
- Burnham, K. P. (1986): A unified framework for the comprehensive analysis of release-resampling data. EURING-Technical conference on ringing recovery analytical methods.
- Burnham, K. P. (1988): A unified theory for release resampling studies of animal populations. Department of Statistics, North Carolina State University.
- Burnham, K. P. und D. R. Anderson (1979): The composite dynamic life table method as evidence for age-specific waterfowl mortality. J. Wildl. Manage. 43 (2): 356-366.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson, G. C. White und C. Pollock, K. H. Brownie (1987): Design and analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture, American Fisheries Society Monograph 5. Bethesda, Maryland.

- Burnham, K. P. und J. D. Nichols (1985): Comments ... on condition bias and bandrecovery data from large-scale waterfowl banding programs. Wildl. Soc. Bull. 13: 345-349.
- Burn, F. (1936): Über jahreszeitliche Verbreitung des Mäusebussards (Buteo b. buteo L.). Vogelzug 7 (1): 17-34.
- Busse, P. (1987): Interpretation of recovery patterns contradictory points of view. Acta Ornithol. 23 (1): 115-119.
- CAREY, J. R. (1989): The multiple decrement life table: a unifying framework for cause-of-death analysis in Ecology Oecologia 78: 131-137.
- CAUGHLEY, G. (1970): Eruption of ungulate populations, with emphasis on Himalayan thar in New Zealand. Ecology 51: 54-72.
- CAUGHLEY, G. (1976): Wildlife Management and the dynamics of ungulate populations. Appl. Biol. 1: 183-246.
- CAUGHLEY, G. (1981): What we do not know about dynamics of large mammals. in: FOWLER, C. W. (ed.): Dynamics of large mammal populations. London.
- CAVE, A. J. (1977): Pitfalls in the estimations of age-dependent survival rates of birds from ringing and recovery data. Vogelwarte 29,S: 166-171.
- CLOBERT, J., J. D. LEBRETON, M. CLOBERT-GILLET und H. COQUILLART (1985): The estimation of survival in bird populations by recaptures or sightings of marked individuals. in: Morgan, B. J. T. und P. M. North (ed.): Statistics in Ornithology. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- CLOBERT, J., C. M. PERRINS, R. H. McCLEERY und A. G. Gosler (1988): Survival rate in the Great Tit Parus major in relation to sex, age, and immigration status. J. Anim. Ecol. 57: 287-306.
- CONROY, M. J. (1985): Maximum likelihood methods for investigating reporting rates of rings on hunter-shot birds. in: Morgan, B. J. T. und P. M. North (ed.): Statistics in Ornithology. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- CORMACK, R. M. (1979): Models for capture-recapture. in: CORMACK, R. M., G. P. PATIL und D. S. ROBSON (ed.): Sampling biological populations, Statistical Ecology Series Vol. 5. Fairland, Maryland.
- Coulson, J. C. (1976): An evaluation of the reliability of rings used on Herring and Lesser Black-backed Gulls. Bird Study 23: 21-26.
- Coulson, J. C. und C. S. Thomas (1985): Changes in the biology of the kittiwake Rissa tridactyla: A 31-year study of a breeding colony. J. Anim. Ecol. 54: 9-26.
- Coulson, J. C., P. Monaghan, J. Butterfield, N. Duncan, C. Thomas und C. Shedden (1983): Seasonal changes in the Herring Gull in Britain: Weight, Moult and Mortality. Ardea 71: 235-244.
- Coulson, J. C. und WHITE E. (1955): Abrasion and loss of rings among sea birds. Bird Study 2: 41-44.
- CREUTZ, G. (1988): Der Weiss-Storch. Wittenberg-Lutherstadt.

- CROXALL, J. P., P. ROTHERY, S. P. C. PICKERING und P. A. PRINCE (1990): Reproductive performance, recruitment and survival of wandering albatrosses Diomedea exulans at Bird Island, South Georgia. J. Anim. Ecol. **59**: 775-796.
- Curio, E. (1989): Some aspects of avian mortality patterns. Mitt. Zool. Mus. Berl. Suppl.: Ann. Orn. 65 (13): 47-70.
- Dornbusch, M. (1987): Der Weißstorch in der Deutschen Demokratischen Republik. Falke 34 (9): 281-289.
- DROST, R. (1935): Über Versuche und Erfahrungen mit Ringmetall. Vogelzug 6: 109-111.
- EBERHARDT, L. L. (1985): Assessing the dynamics of wild populations. J. Wildl. Manage. 49 (4): 997-1012.
- ELSTER, K. H. (1977): Einführung in die nichtlineare Optimierung. Leipzig.
- FAGERSTRÖM, T. (1987): On theory, data and mathematics in Ecology. Oikos 50 (2): 258-261.
- FEIGE, K.-D. (1983): Gewichtete Flächenmittel eine Methode zur numerischen Differenmtiation von Populationsstrukturen. Zool. Abhandl. Mus. Tierk. Dresden 39: 107-114.
- Feige, K.-D. (1984): Die "Revierbesetzungsquote" ein Maß für die Beständigkeit der Dispersion einer Vogelpopulation. Ber. Vogelwarte Hiddensee 5: 86-94.
- Feige, K.-D. (1987): Varianten der mathematisch-statistischen Analyse von Fluktuationsdaten am Beispiel des Weißstorches (Ciconia ciconia). Ber. Vogelwarte Hiddensee 8: 55-66.
- FEURER, U. und W. EPPRECHT (1970): Sichtbarmachung von Beschriftungen abgenützter Vogelringe. Orn. Beob. 67: 275-277.
- FIEDLER, G. und A. WISSNER (1980): Freileitungen als tödliche Gefahr für Störche. Ökol. Vögel (Ecol. Birds) 2 (Sonderheft): 59-109.
- FLIEGE, G. (1986): Einführung in die Statistik für Feldornithologen. Vogelwarte 33 (4): 257-280.
- FOWLER, C. W. (1981): Comparative population dynamics in large mammals. In: FOWLER, C. W. (ed.): Dynamics of large mammal populations. London.
- FRIESE, G. (1955): Über eine Aufzucht von Hühnerkücken durch einen Mäusebussard (Buteo buteo L). Beiträge für Vogelkunde 4: 148-152.
- FURNESS, R. (1978): Movements and mortality rates of Great Skuas ringed in Scotland. Bird Study **25** (4): 229-238.
- GAILLARD, J. M., D. PONTIER, D. ALLAINE, J. D. LEBRETON, J. TROUVILLIEZ und J. CLOBE RT (1989): An analysis of demographic tactics in birds and mammals. Oikos 56 (1): 59-76.
- GEIS, A. D. (1972): Use of banding data in migratory game bird research and management. U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep.-Wildl. 154: 1-47.

- GIBBS, H. L. und P. R. GRANT (1987): Adult survivorship in Darwin's ground finch (Geospza) populations in a variable environment. J. Anim. Ecol. 56: 797-813.
- GNEDENKO, B. W., J. K. BELJAJEW und A. D. SOLOWJEW (1968): Mathematische Methoden der Zuverlässigkeitstheorie. Bd. I/II. Berlin.
- GRAFIK, W. (1989): dBase. Berlin.
- GROSSKOPF, G. (1964): Sterblichkeit und Durchschnittsalter einiger Küstenvögel. J. Orn. 105: 427-449.
- Haas, D. (1980): Gefährdung unserer Großvögel durch Stromschlag eine Dokumentation. Ökol. Vögel (Ecol. Birds) 2 (Sonderheft): 7-57.
- HAMER, K. C. und R. W. FURNESS (1991): Age-specific breeding performance and reproductive effort in great skuas Catharacta skua. J. Anim. Ecol. 60: 693-704.
- HAMMERSLEY, J. M. (1953): Capture-recapture analysis. Biometrika 40: 265-278.
- HARRIS, M. P. (1964): Ring loss and wear of rings on marked Manx Shearwaters. Bird Study 11: 39-46.
- HARRIS, M. P. (1980): Loss of weight and legibility of bird rings. Ringing and Migration 3: 41-47.
- HASSEL, M. P. (1987): Detecting regulation in patchily distributed animal populations. J. Anim. Ecol. 56: 705-713.
- HATCH, J. J. und I. C. T. NISBET (1983): Band wear and band loss in Common Terns. J. Field Ornithol. 54 (1): 1-16.
- HÄRTLER, G. (1983): Statistische Methoden für die Zuverlässigkeitsanalyse. Berlin.
- HEERKLOSS, R. (1985): Die Regulation der Populationsgröße ein kybernetischer oder stochastisch-kinetischer Vorgang? Ber. Vogelwarte Hiddensee 6: 56-58.
- **Н**ЕІ**JNIS, R.** (1980): Vogeltod durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen. Ökol. Vögel (Ecol. Birds) **2** (Sonderheft): 111-129.
- HERRMANN, Ch. und R. Holz (1988): Über Mortalität beim Sandregenpfeifer, Charadrius hiaticula ein Methodenvergleich. Ökol. Vögel 10: 13-26.
- HICKEY, J. J (1952): Survival studies of banded birds. U.S. Fish and Wildlife Service, Special Science Report - Wildl. 15: 1-177.
- Holz, R. (1987): Populationsentwicklung des Sandregenpfeifers (Charadrius hiaticula) im südwestlichen Ostseeraum: Ursachen und Konsequenzen veränderter Habitatnutzung. Natur und Naturschutz in Mecklenburg 25: 1-80.
- HORNBERGER, F. (1954): Reifealter und Ansiedlung beim Weißen Storch. Vogelwarte 17 (2): 114-149.
- HORNBERGER, F. (1967): Der Weiss-Storch. Wittenberg Lutherstadt.
- HORN, H. S. (1981): Optimale Fortpflanzungs- und Lebenslaufstrategien. in: KREBS, J. R. und N. B. DAVIES (ed.): Öko-Ethologie. Berlin und Hamburg.

- HÖTKER, H. (1988): Lifetime reproductive output of male and female meadow pipits Anthus pratensis. J. Abnim. Ecol. 57: 109-117.
- Hummel, D. und G. Lange (1985): Werkstoffkundliche Untersuchungen an Vogelringen. Vogelwarte 33: 121-130.
- JÄRVINEN, O. und S. -L. VARVIO (1988): Proneness to extinction of small populations of seals: Demographic and genetic stochasticity vs. environmental stress. Finnish Game Res. 44: 6-18.
- KALETA, E. F., R. LÖHMER, N. KUMMERFELD, H. J. MARSCHALL, B. STIBUREK und G. GLÜNDER (1981): Newcastle-Disease bei einem Weißstorch (Ciconia ciconia L, 1758). Vogelwarte 31 (1): 1-6.
- KAMPP, K., A. D. Fox und D. A. STROUD (1988): Mortality and movements of the Greenland White-fronted Goose Anser flavirostris. Dansk Orn. Foren. Tidskr. (82): 25-36.
- KANIA, W. und P. Busse (1987): A analysis of the recovery distribution based on finding probabilities. Acta Ornithol. 23 (1): 121-128.
- KEYFITZ, N. (1977): Applied mathematical demography. New York, London, Sydney, Toronto.
- KLENKE, R. (1991a): Kurzdokumentation zu den Programmen DataSort, Select und BirdStaT, unveröff. Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Vogelwarte Hiddensee. Kloster/Hiddensee.
- KLENKE, R. (1991b): Zur Sterblichkeit vom Mäusebussard Buteo buteo (L) in Abhängigkeit von Todesursache, Alter und Jahr. in: STUBBE, M. (ed.): Populationsökologie von Greifvogel und Eulenarten 2. Wiss. Beitr. Univ. Halle 1991/4 (P45). Halle/Saale.
- KOIVULA, K. und M. ORELL (1988): Social rank and winter survival in the Willow Tit Parus montanus. Ornis Fennica 65: 114-120.
- KÖPPEN, U. (1990): Über das Raum-Zeit-Verhalten mitteleuropäischer Höckerschwäne (Cygnus olor), seine Ursachen, populationsdynamischen Konsequenzen und Beziehungen zur ökologischen Strategie der Art. Dissertation A. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- KREMENTZ, D. G., J. D. NICHOLS und J. E. HINES (1989): Postfledging survival of european starlings. Ecology **70** (3): 646-655.
- Kus, B. E., Ph. Ashman und G. W. Page (1984): Age-related mortality in a wintering population of Dunlin (Calidris alpina). AUK 101 (1): 69-73.
- LACK, D. (1943a): The age of the blackbird. British Birds 36: 166-175.
- Lack, D. (1943b): The age of some more British birds. British Birds 36: 193-197,214-221.
- Lack, D. (1946): Do juvenile birds survive less well than adults? British Birds 39 (9): 258-264.
- LACK, D. (1949): Vital statistics from ringed swallows. British Birds 422: 147-150.

- Lack, D. (1951): Population ecology in birds. A review. Proc. X Int. Orn. Congr. Uppsala.
- LACK, D. (1966): Population studies of Birds. Oxford.
- Lack, D. und A. Schifferli (1948): Die Lebensdauer des Stares. Orn. Beob. 3: 107-114.
- LAKHANI, K. H. (1985): Inherent difficulties in estimating age-specific bird survival rates from ring recoveries. in: Morgan, B. J. T. und P. M. North (ed.): Statistics in Ornithology. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- LAKHANI, K. H. (1987): Efficient estimation of age-specific survival rates from ring recovery data of birds ringed as young, augmented by field information. J. Anim. Ecol. 56: 969-987.
- LAKHANI, K. H. und I. Newton (1983): Estimating age-specific bird survival rates from ring recoveries can it be done? J. Anim. Ecol. 52: 83-91.
- Lange, H. (1954): Gibt es zweijährige Brüter und alte Nichtbrüter beim Weißen Storch? Vogelwarte 17 (2): 150-155.
- **LEBRETON, J. D.** (1977): Maximum likelihood estimations of survival rates from bird band returns: Some complements to age-dependent methods. Biometrie-Praximetrie 17 (3/4): 145-161.
- LIBBERT, W. (1954): Wo bleiben die Weißstörche aller Altersstufen in den Brutmonaten? Vogelwarte 17 (2): 100-113.
- LIBBERT, W., H. RINGLEBEN und E. Schüz (1937): Ring-Wiederfunde deutscher Weiß-Störche (C. c. ciconia) aus Afrika und Asien. Vogelzug 8 (4): 193-208.
- LIDAUER, R. M. (1983): Knochenfrakturen bei Stadtamseln (Turdus merula). Ökol. Vögel (Ecol. Birds) 5: 111-126.
- LIEBIG, K. (1963): Unsere Werkstoffe. Leipzig.
- LOERY, G., K. H. POLLOCK, J. D. Nichols und J. E. Hines (1987): Age-specific of Black-capped Chickadee survival rates: Analysis of capture-recapture data. Ecology 68 (4): 1038-1044.
- MARDEKIAN, S. Z. und L. McDonald (1981): Simultaneous analysis of band-recovery and live recapture data. J. Wildl. Manage. 45 (2): 484-488.
- MCARDLE, B. H., K. J. GASTON und J. H. LAWTON (1990): Variation in the size of animal populations: Patterns, problems and artefacts. J. Anim. Ecol. 59: 439-454.
- MEBS, T. (1964): Ber Wanderungen und bestandsgestaltende Faktoren beim M\u00e4use-bussard (Buteo buteo) nach deutschen Ringfunden. Vogelwarte 22 (3/4): 180-194.
- MEBS, T. (1971): Todesursachen und Mortalitätsraten beim Wanderfalken (Falco peregrinus) nach den Wiederfunden deutscher und finnischer Ringvögel. Vogelwarte 26 (1): 98-105.
- MELDE, M. (1983): Der Mäusebussard NBB 185, 4. Aufl. Wittenberg Lutherstadt.

- MEUNIER, K. (1961): Die Populationsdynamik des Mäusebussards (Buteo buteo L.) nach Ringfunden, mit Anmerkungen zur Methodik. Zoologischer Anzeiger 166 (7-8): 229-242.
- МЕУВОНМ, E. und G. DAHMS (1975): Über Altersaufbau, Reifealter und Ansiedlung beim Weißstorch (C. ciconia) im Nordsee-Küstenbereich. Vogelwarte 28 (1): 44-61.
- MILLER, R. S., D. B. ВОТКІN und R. MENDELSSOHN (1974): The whooping crane (Grus americana) population of North America. Biological Conservation 6 (2): 106-111.
- MILLER, R. S. und D. B. BOTKIN (1974): Endangered Species: Models and Predictions. American Scientist 62 (2): 172-181.
- Mode, C. J. und T. Root (1988): Projecting age-structured populations in a random environment. Mathematical Biosciences 88: 223-245.
- MOUGIN, J. L., C. JOUANIN, B. DESPIN und F. ROUX (1986): The age of first breeding of Cory's Shearwater on Selvagen Grande and problems of ring loss. Ringing and Migration 7: 130-134.
- NAGEL, M., W. FLEISCHER und K. HENSCHKE (1988): Explorative Datenanalyse. Wissenschaft und Fortschritt 38 (11): 299-302.
- Nelson, L. J., D. R. Anderson und K. P. Burnham (1980): The effect of band loss on estimates of annual survival. J. Field Ornithol. 51 (1): 30-38.
- Newton, I. (1985): Lifetime reproductive output of female Sparrowhawks. J. Abnim. Ecol. 54: 241-253.
- Newton, I., M. Marquiss und P. Rothery (1983): Age structure and survival in a Sparrowhawk population. J. Abnim. Ecol. 52: 591-602.
- NICHOLS, J. D., S. L. STOKES, J. E. HINES und M. J. CONROY (1982): Additional comments on the assumptions of homogeneous survival rates in modern bird banding estimation models. J. Wildl. Manage. 46 (4): 953-962.
- NISBET, R. M. und W. S. C. GURNEY (1986): The formulation of age-structure models. in: HALLAM, T. G. und S. A. LEVIN (ed.): Mathematical Ecology, Biomathematics, Vol. 17. Berlin, Heidelberg.
- NISBET, R. W. und W. S. C. GURNEY (1982): Modelling fluctuating populations. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
- North, P. M. (1987): Ring recovery analytical methods: A brief review. Acta Ornithol. 23: 7-12.
- Nowak, E. und P. Berthold (1987): Die Satelliten-Telemetrie in der Erforschung von Tierwanderungen: eine Übersicht. J. Orn. 128: 405-422.
- Paulin, G. (1988): Turbo-Pascal. Berlin.
- PAVONE, L. V. und R. BOONSTRA (1985): The effects of toe clipping on the survival of the meadow vole (Microtus pennsylvanicus). Can. J. Zool. 63: 499-501.
- PEIL, J. (1988): Modellierende und modellfreie mathematische Beschreibung biologischer Zusammenhänge. Gegenbaurs morphol. Jahrb. 134 (5): 667-684.

- Peil, J. und S. Schmerling (1988): Mathematische Bearbeitung von Meßwerten biologisch funktional-staochastischer Zusammenhänge. Biol. Rundsch. 26: 317-330.
- Peil, J., S. Schmerling, D. Peschke und H. Helwin (1989): Periodische lokale Approximation zur modellfreien Beschreibung von Meßwertverläufen biorhythmischer Vorgänge Demonstrationsbeispiel für die Wahl des Glättungsparameterwertes. Gegenbaurs morphol. Jahrb. 135 (2): 261-269.
- Perdeck, A. C. (1977): The analysis of ringing data: Pitfalls and prospects. Vogelwarte 29 (Sonderheft): 33-44.
- Perdeck, A. C. und R. D. Wassenaar (1981): Tarsus or Tibia: Where should a bird be ringed. Ringing and Migration 3: 149-157.
- Peschel, M. (1976): Was ist Modellbildung?. Wissenschaft und Fortschritt 26 (3): 98-102.
- PESCHEL, M. und W. MENDE (1986): The Predator-Prey Model. Wien, New York.
- PIECHOCKI, R. (1957): Über Vogelverluste im Winter 1956. Falke 4: 5-10.
- Рієсноскі, R. (1960): Über die Winterverluste der Schleiereule (Tyto alba). Vogelwarte 20 (4): 274-280.
- РІЕСНОСКІ, R. (1964): Über die Vogelverluste im strengen Winter 1962/63 und ihre Auswirkungen auf den Brutbestand 1963. Falke 11: 10-15,50-58.
- РІЕСНОСКІ, R. (1970): Todesursache, Gewichte und Maße von Buteo buteo buteo (L). Beiträge zur Vogelkunde 16 (1/6): 313-327.
- РІЕСНОСКІ, R. (1989a u. b.): Über Verluste und Ernährung in der DDR überwinternder Sperber. Falke 36 (11/12): 367-372, 423-429.
- Pollock, K. H. und D. G. Raveling (1982): Assumtions of modern band-recovery models, with emphasis on heterogeneous survival rates. J. Wildl. Manage. 46 (1): 88-98.
- PÖRNER. H. (1985): Wanderungen und Mortalität der DDR-Population des Waldkauzes (Strix aluco) nach Beringungsergebnissen. Ber. Vogelwarte Hiddensee 6: 34-49.
- Pugesek, B. H. und K. L. DIEM (1990): The relationship between reproduction and survival in known-aged California Gulls. Ecology 71 (2): 811-817.
- RAO, B. R. und G. M. MARSH (1987): Approximate methodologies for proportional mortality analyses in epidemiology studies involving competing risks of death regardless of their covariance structure. Biom. J. 29 (5): 525-540.
- RATTISTE, K. und V. LILLELEHT (1987): Population ecology of the Common Gull Larus canus in Estonia. Ornis Fennica 64 (1)
- RICHARDSON, S. C. (1980): Compensating for ring loss. Bird Study 27: 257-258.
- RICHTER, C. (1988): Optimierungsverfahren und BASIC-Programme. Berlin.
- RIEGEL, M. und W. WINKEL (1971): Über Todesursachen beim Weißstorch (C. ciconia) an Hand von Ringfundangaben. Vogelwarte 26 (1): 128-135.

- RINNE, J., H. LOKKI und P. SAUROLA (1987): Life table solutions: Any or many? Acta Ornithol. 23 (1): 61-67.
- ROTHERY, P. (1985): Estimation of age-specific survival of Hen Harriers (Circus c. cyaneus) in Orkney. in: Morgan, B. J. T. und P. M. North (ed.): Statistics in Ornithology. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- SÆTHER, B.-E. (1987): The influence of body weight on the covariation between reproductive traits in European birds. Oikos 48 (1): 79-88.
- SÆTHER, B. -E. (1988): Patterns of covariation between life-history traits of European birds. Nature 331 (6157): 616-617.
- SÆTHER, B. -E. (1989): Survival rates in relation to body weight in European birds. Ornis Scandinavica 20 (1): 13-21.
- SAFRIEL, U. N., M. P. HARRIS, M. DE L. BROOKE und C. K. BRITTON (1984): Survival of breeding oystercatchers Haematopus ostralegus. J. Anim. Ecol. 53: 867-877.
- SAUTER, U. und E. Schüz (1954): Bestandsveränderungen beim Weißstorch, Dritte Übersicht: 1939-1953. Vogelwarte 17 (2): 81-99.
- SCHATT, W. (1981): Einführung in die Werkstoffwissenschaft. Leipzig.
- SCHMIDT, E. (1973): Ökologische Auswirkungen von elektrischen Leitungen und Masten sowie deren Accessorien auf die Vögel. Beitr. Vogelkd. 19 (5): 342-362.
- Schönfeld, M. (1974): Ringfundauswertung der 1964 1972 in der DDR beringten Schleiereulen, Tyto alba guttata BREHM. Jahresber. der Vogelwarte Hiddensee. 4: 90-122.
- Schönfeld, M., Girbig, G., Sturm, H. (1977): Beiträge zur Populationsdynamik der Schleiereule, Tyto alba. Hercynia N.F. 14 (3): 303-351.
- Schulz, H. (1987): Thermoregulatorisches Beinkoten des Weißstorchs (Ciconia ciconia). Analyse des Verhaltens und seiner Bedeutung für Verluste bei beringten Störchen im afrikanischen Winterquartier. Vogelwarte 34: 107-117.
- Schüz, E. (1942): Bestandsregelnde Einflüsse in der Umwelt des Weißen Storchs (C. ciconia). Zool. Jb. Syst. 75: 103-120.
- Schüz, E. (1954): Wo verbleiben die Weißstörche aller Altersstufen in den Brutmonaten?. Vogelwarte 17: 100-113.
- Schüz, E. (1959): Störche und Locustizide (Schriftenschau). Vogelwarte 20 (2): 182-184.
- Schüz, E. (1960): Die Verteilung des Weißstorchs im südafrikanischen Ruheziel. Vogelwarte 20 (3): 205-223.
- Schüz, E. (1980): Status und Veränderung des Weißstorch-Bestandes. Naturw. Rdsch. 33: 102-105.
- Schüz, E. und J. Szıjj (1960): Bestandsveränderungen beim Weißstorch: Vierte Übersicht, 1954 bis 1958. Vogelwarte 20 (4): 259-273.
- SCHWARZ, C. J., K. P. BURNHAM und A. N. ARNASON (1988): Post-release stratification in band-recovery models. Biometrics 44: 765-785.

- Schwerdtfeger, F. (1968): Ökologie der Tierell. Demökologie. Hamburg und Berlin.
- Seber, G. A. F. (1973): The estimation of animal abundance and related parameters. London.
- SIEFKE, A. (1981): Dismigration und Ortstreue beim Weißstorch (Ciconia ciconia) nach Beringungsergebnissen aus der DDR. Zool. Jb. Syst. 108: 15-35.
- SIEFKE, A. (1984a): Zur Dismigration der Vögel als popularem PhänomenlEin heuristisches Modell der Ansiedlerstreuung. Zool. Jb. Syst. 111: 307-319.
- SIEFKE, A. (1984b): Zur Dismigration der Vögel als popularem PhänomenIIDie räumliche Größe von Vogelpopulationen als selbstregulierende Systeme. Zool. Jb. Syst. 111: 413-426.
- SIEFKE, A. (1986): Grundzüge der Dynamik von Vogelpopulationen als raum-zeitdeterminierten superorganismischen Systemen. Dissertation B. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- SILER, W. (1979): A competing-risk model for animal mortality. Ecology 60 (4): 750-757.
- SKALSKI, J. R. (1985): Construction of cost functions for tag-recapture research. Wildl. Society Bulletin 13 (3): 273-283.
- SMITH, C. A. (1986): Rates and causes of mortality in mountain goats in southeast Alaska. J. Wildl. Manage. 50 (4): 743-746.
- SPAEPEN, J. F. (1988): Estimation of the survival rates of Meadow Pipits a comparison of two different methods. Ringing and Migration 9: 117-128.
- SPEAR, L. (1980): Band loss from the Western Gull on Southeast Farallon Island. J. Field Ornithol. 51 (4): 319-328.
- STEARNS, S. C. (1976): Life history tactics: A review of the ideas. Q. Rev. Biol. 51 (1): 3-47.
- STUBBE, H. (1989a): Das Buch der Hege. Bd. 2: Federwild. Berlin.
- STUBBE, M. (1982): Brutdichte und Altersstruktur einer Rotmilan-Population Milvus milvus (L., 1758) im nördlichen Harzvorland der DDR im Vergleich zum Mäusebussard Buteo buteo (L., 1758). Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 22: 205-214.
- Stubbe, M. (1989b): Greifvögel. in: Stubbe, H. (ed.): Buch der Hege. Bd. 2: Federwild. Berlin.
- SZIDAT, L. (1940): Die Parasitenfauna des Weißstorchs und ihre Beziehung zu Fragen der Ökologie, Phylogenie und Urheimat der Störche. Z. Parasitenkd. 11: 563-592.
- TAIT, D. E. N. und F. L. BUNELL (1980): Estimating rate of increase from age at death. J. Wildl. Manage. 44 (1): 296-299.
- TATNER, P. (1986): Survival rates of urban Magpies. Ringing and Migration 7: 112-118.

- TAUCHERT, K.-H. (1987): Mortalitätsermittlung bei Verwendung von Totfunddaten beringter Vögel. Belegarbeit zum Betriebspraktikum. Greifswald.
- TAUCHERT, K.-H. (1989): Ermittlung der Mortalität in Vogelpopulationen durch Auswertung der Totfunddaten individuell markierter Tiere. Diplomarbeit. Greifswald.
- **TEMPLE, S. A.** (1987): Do predators always capture substandard individuals disproportionately from prey populations. Ecology **68** (3): 669-674.
- THOMAS, C. B. (1979): Ring loss from Canada Geese. Bird Study 26: 270-271.
- **ULBRICHT, J.** (1984): Zur Ansiedlerstreuung beim Gartenrotschwanz (Phoenicurus phoenicurus) eine Auswertung von Ringfunden aus dem Gebiet der DDR. Ber. Vogelwarte Hiddensee 5: 67-75.
- **ULBRICHT, J.** (1987): Unterschiede in der Dismigration einiger Eulenarten als Ausdruck verschiedener Lebensstrategien. Populationsökologie von Greifvögel und Eulenarten 1: 331-346.
- **Ulbricht, J.** (1988): Das Phänomen der Dismigration bei Vögeln seine Ursachen und Konsequenzen. Dissertation A. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- VARLEY, G. C. und G. R. GRADWELL (1960): Key factors in population studies. J. Animal. Ecol. 29: 399-401.
- WALTERS, C. J. und C. S. HOLLING (1990): Large-scale management experiments and learning by doing. Ecology 71 (6): 2060-2068.
- Waschull, H. (1984): Präparative Metallographie. Leipzig.
- WEATHERHEAD, P. J. und C. D. ANKEY (1984): Comment: A critical assumption of band-recovery models may often be violated. Wildl. Soc. Bull. 12: 198-199.
- WEBER, E. (1972): Grundriss der biologischen Statistik. Jena.
- WEIMERSKIRCH, H., J. CLOBERT und P. JOUVENTIN (1987): Survival in five southern albatrosses and its relation with their life history. J. Anim. Ecol. 56: 1043-1055.
- WHITE, G. C., D. R. ANDERSON, K. P. BURNHAM und D. L. OTIS (1982): Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos.
- WILLIAMS, G. C. (1966): Adaptation and Natural selection. Princeton.
- WILSON, E. O. und W. H. BOSSERT (1973): Einführung in die Populationsbiologie. Berlin, Heidelberg, New York.
- ZINK, G. (1967): Populationsdynamik des Weissen Storchs, Ciconia ciconia, in Mitteleuropa. Proc. XIV. Int. Orn. Congr. Oxford: 191-215.

Lebenslauf

Name: Klenke Vorname: Arnold Reinhard

Anschr.: O-1054 Berlin,

Schönhauser Allee 5

geb. am: 02.12. 1960 in Halle/S.

Vater: Klenke, Arnold Beruf: Diplom-Landwirt

Mutter: Klenke, Eleonore geb.: Zscheile Beruf: Meister der Geflügelzucht

1967 - 1975 Besuch der zehnklassigen allgemeinbildenden Polytechnischen

Oberschule in Seeben bei Halle/S.

1975 - 1977 Besuch der zehnklassigen allgemeinbildenden Polytechnischen Ober-

schule "Hans Eisler" in Halle/S.

1977 - 1980 Berufsausbildung als Zootechniker/Mechanisator für Schweinefleisch-

produktion mit Abitur im Volkseigenen Gut Halle/S.

1980 - 1985 Studium der Biologie/Tierphysiologie an der Universität Leipzig.

März und Juli 1983 Praktikum mit verhaltensbiologischen Fragestellungen in der

Forschungsstelle für Wirbeltierforschung im Tierpark Berlin.

1985 - 1990 Tätig als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Vogelwarte Hiddensee an

der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

1990 - April 1992 Tätig als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für Biogeogra-

phie der Universität des Saarlandes im FE-Vorhaben "Zustandsdokumentation der Belastungssituation auf dem Gebiet der

ehemaligen DDR durch Umweltproben".

seit Mai 1992 Tätig als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Routinebetrieb der

Umweltprobenbank am Institut für Biogeographie der Universität des

Saarlandes.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. A. SIEFKE (Kloster) danke ich für die Überlassung des Themas sowie manche kritische und hilfreiche Diskussion.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. mult. P. MÜLLER (Saarbrücken) danke ich für die großzügigen Arbeitsmöglichkeiten, durch die ich diese Arbeit zu Ende führen konnte.

Bei Herrn Dr. K.-D. FEIGE (Dummerstorf) möchte ich mich für die anregenden und stets fruchtbaren Diskussionen, seine Unterstützung durch fachliche Beratung, die Nutzung des Programmes TREND-87 und die kritischen Hinweise für die Endfassung der vorliegenden Arbeit bedanken.

Während der gesamten Zeit an dieser Arbeit erhielt ich von Dipl.-Math. K. TAUCHERT (Berlin) vielfache Unterstützung u. a. durch die Entwicklung des wannenförmigen Schätzmodells, die Ableitung von in der Literatur nur dürftig beschriebenen statistischen Modellen und zweier Testverfahren. Insbesondere möchte ich Ihm und Frl. U. ZEPNIK (Berlin) für die Zusammenarbeit und Hilfe danken, die über den mathematischen Bereich hinausging.

Mein besonderer Dank gilt den Herren Dr. U. KÖPPEN (Kloster) und Dr. J. ULBRICHT (Baumgarten) für die langjährige freundschaftliche Zusammenarbeit auf der Insel Hiddensee.

Stellvertretend für viele danke ich Herrn Dr. H.-U. PETER (Jena) für die Sammlung von Vogelringen. Frau HANCK (Schwerin) und Herrn Dr. U. HEUSSNER (Berlin) danke ich für die Unterstützung bei den werkstoffkundlichen Untersuchungen der Ringe.

Dem unabhängigen Institut für Umweltfragen e. V. (Halle, Berlin) und Wydoks e. V. (Berlin) bin ich für die zeitweilige Unterstützung mit Rechentechnik zu Dank verpflichtet.

Herrn Dr. J. HERRMANN danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Abschließend möchte ich den Freunden herzlichen Dank sagen, die in den letzten Jahren meine ständigen Beteuerungen über mangelnde Zeit toleriert und auf mich gewartet haben.

Hiermit erkläre ich, daß diese Arbeit bisher von mir weder der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald noch einer anderen wissenschaftlichen Einrichtung zum Zwecke der Promotion eingereicht wurde.

Ferner erkläre ich, daß ich diese Arbeit selbständig verfaßt und keine anderen als die darin angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Reinhard Klenke