Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Bioindikatoren

Ergebnisse des Symposiums: Tiere als Indikatoren für Umweltbelastungen
8. bis 11. März 1981 in Köln

Der Brutbestand terrestrischer Vogelarten als Indikator von Umweltbelastungen

Erdelen, Martin

1982

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-173082

Visual Library

Decheniana – Beihefte (Bonn) 26, 186–192 (1982)

Der Brutbestand terrestrischer Vogelarten als Indikator von Umweltbelastungen

Martin Erdelen

Kurzfassung

Es wird diskutiert, auf welche theoretischen und praktischen Probleme die Anwendung des „Bioindikator"-Konzeptes auf terrestrische Vogelbestände stößt. Schwierigkeiten liegen vor allem bei einer klaren Abgrenzung der Faktorenkomplexe, die indiziert werden sollen, und bei der Entwicklung einer objektiven Skala für diese Faktoren. Es wird vorgeschlagen, den Begriff „Bioindikation" nur dann anzuwenden, wenn eine solche Abgrenzung erfolgreich durchgeführt wurde und damit eine Kausalanalyse der Beziehungen zwischen Belastungsfaktoren und Indikator möglich wird. Für Vergleichszwecke und viele praktische Anforderungen genügen hingegen oft pragmatisch definierte Skalen für „Belastung"; jedoch sollte in diesen Fällen von „Biodeskription" gesprochen werden.

Abstract

The use of terrestrial bird communities as „bioindicators" meets with a variety of problems which are discussed from a theoretical as well as from a practical point of view. Major difficulties arise with a clear definition of which factors are to be indicated, and with the development of an objective scale for measuring these factors. It is suggested to restrict use of the term „bioindicator" to those cases in which such a definition has been accomplished successfully, so that a causal analysis is possible of the relations between „stress" to the ecosystem and the „bioindicator". For purposes of comparison and many applications concerning conservation or planning, a more practical scale definition will often be sufficient. However, in this context the term „biodescription" should be used.

1. Einleitung

Schon vor einigen Jahren warnte Bezzel vor einem raschen Verschleiß des Begriffes „Bioindikator": „Wie für viele Schlagworte des neuentstandenen Umweltbewußtseins besteht auch für diesen Begriff die Gefahr, durch allzu häufigen unkritischen Gebrauch abgenutzt zu werden." (Bezzel 1975, p. 23). Im Hinblick auf die Eignung terrestrischer Vogelbestände als Indikatoren erscheint daher eine Klärung auch der begrifflichen Grundlagen gerechtfertigt und notwendig. Die folgende Darstellung befaßt sich dabei nicht mit der Indikation von Einzelfaktoren (etwa Schwermetallen oder Pestiziden) durch Landvögel, sondern mit Aussagen, die aus der Untersuchung ganzer Vogelbestände abgeleitet werden können, etwa zum Grad der „Natürlichkeit" eines Lebensraumes oder zum „ökologischen Wert" eines potentiellen Schutzgebietes. Als Ausgangspunkt können dabei zwei nur scheinbar triviale Anforderungen dienen, die an alle Bioindikatoren gestellt werden müssen:

1. Der Indikator soll einen Faktorenkomplex anzeigen, dafür repräsentativ sein.
2. Er soll besser (schneller, bequemer, billiger usw.) erfaßbar sein als das von ihm Indizierte.

2. Die methodische Eignung terrestrischer Vogelbestände als Bioindikatoren

Dieser Aspekt betrifft die zweite oben genannte Anforderung und wird hier zuerst behandelt, weil er weniger Probleme aufwirft. Grundsätzlich gilt, daß Vögel zu den Organismen gehören, deren Bestände sich am leichtesten erfassen lassen. Die meisten Landvogelarten sind tagaktiv und können aufgrund ihres oft auffälligen Verhaltens (Gesang, große Beweglichkeit) gut beobachtet werden. Sie haben immer schon viel Interesse und Zuneigung des Menschen gefunden, und auch außerhalb der „professionellen" Wissenschaft wurde seit langem eine Fülle wertvoller Beobachtungen gesammelt. Dennoch weist die Methodik von Vogelbestands-Erfassungen eine überraschend große Zahl ungelöster Probleme auf. Die Untersuchungsverfahren sind oft eher pragmatisch festgelegt und nur ungenügend standardisiert. Ihre Vereinheitlichung wird dadurch erschwert, daß der Feldornithologe sich einer Vielzahl von Faktoren gegenübersieht, die seine Arbeit beeinflussen, die er aber kaum kontrollieren oder gar konstant halten kann: Jahres- und Tageszeit, Wetter, besondere Eigenschaften des betreffenden Lebensraumes, der einzelnen Vogelarten, -populationen und -individuen. Infolgedessen lassen sich die Ergebnisse einer Bestandserfassung nie im strengen Sinne reproduzieren und sehr oft nicht einmal mit anderen Resultaten vergleichen. Darüber hinaus ist es bisher fast immer unmöglich, die Fehlergrenzen der ermittelten Siedlungsdichten auch nur annähernd

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

anzugeben. Auch die statistische Absicherung und Verfeinerung von Ergebnissen ist über erste Anfänge kaum hinausgekommen.

Ein besonderes Problem liegt darin, daß bei zahlreichen Untersuchungen der Erfassung des Habitats weit weniger Sorgfalt gewidmet wird als der Ermittlung des Vogelbestandes. Die Resultate sind dann nur von beschränktem Nutzen: anhand der Literatur kann man nachträglich oft nicht mehr feststellen, inwieweit die untersuchten Lebensräume einander ähnlich waren und ihre Avifaunen somit verglichen werden können.

Trotz der genannten Schwierigkeiten besteht aber auch Anlaß zur Zuversicht. Eine wachsende Zahl von Studien befaßt sich mit der Methodik von Bestandserfassungen. Auch die Standardisierung von Siedlungsdichte-Untersuchungen macht Fortschritte, insbesondere bei der Kartierungsmethode (Oelke 1980). Demgegenüber haben sich Vorschläge zur einheitlichen Beschreibung von Lebensräumen (z. B. Blana & Blana 1974) bisher nicht so allgemein durchsetzen können; es bleibt zu hoffen, daß hierauf künftig größere Aufmerksamkeit gerichtet wird.

3. Biologische Aspekte der Eignung von Vogelbeständen als Bioindikatoren

Nach den methodischen Gesichtspunkten soll nun die erste der in der Einleitung aufgeführten Anforderungen an einen Bioindikator behandelt werden: Was können Vogelbestände überhaupt indizieren? Für terrestrische Vogelarten läßt sich diese Frage beträchtlich schwerer beantworten als für Wasservögel, deren Eignung als Bioindikatoren von Bezzel & Reichholf (1974) gezeigt wurde. Zunächst gibt es für die Lebensräume der Landvögel keine so klare „ökologische Systematik" wie sie die Trophie-Skala für Gewässer darstellt. Auch der „Belastungsgrad" etwa eines Waldes läßt sich nur sehr viel schwerer definieren. Die nicht selten zu findende „intuitive" Einstufung eines Untersuchungsgebietes in eine Skala von „ökologisch arm" nach „ökologisch reich" oder ähnlich ermangelt oft empirischer Begründung und kann irreführen. So fand sich bei der Untersuchung von 22 verschiedenen Waldflächen im Braunkohle-Rekultivierungsgebiet der Ville die höchste Vogelsiedlungsdichte in einer etwa 12 m hohen Fichten-Monokultur, wie sie allgemein als Inbegriff eines eintönigen, „armen" Lebensraumes gilt. Diese Fläche stand außerdem hinsichtlich der Artenzahl immerhin an siebter und bezüglich der Vogelarten-Diversität (s. u.) an neunter Stelle (Erdelen 1978).

Ein weiteres Problem besteht darin, daß die Rolle der Vögel im Ökosystem heute noch ungenügend bekannt ist. Der quantitative Einfluß der Avifauna scheint gering zu sein: ihr Anteil am Energiefluß liegt deutlich unter 1% (Glowaciński & Weiner 1975; Holmes & Sturges 1975; Wiens 1977). Darüber hinaus kann die Einbindung der Vögel in die Prozesse des Ökosystems offenbar sehr lose sein; dies wurde am eingehendsten für Arten des nordamerikanischen Graslandes untersucht (Wiens 1977; vgl. auch Rotenberry 1980). In diesem Biotop verhalten sich Vögel als ökologische Opportunisten. Sie erschöpfen ihre Nahrungsquellen kaum und werden dementsprechend auch nicht durch das Nahrungsangebot limitiert. Die Beurteilung solcher Zusammenhänge für terrestrische Vogelbestände wird dadurch erschwert, daß sich die trophischen Positionen vieler Arten nicht klar abgrenzen lassen (Bezzel 1974). So füttern auch körnerfressende Singvögel ihre Jungen meist mit tierischer Nahrung. Oft sind auch die Nahrungsspektren der einzelnen Arten nicht genügend bekannt; zudem erlaubt die große Flexibilität vieler Vögel keine Übertragung von Ergebnissen eines Untersuchungsgebietes auf ein anderes.

Ein potentieller Vorteil von Vogelbeständen als Indikatoren läge darin, daß sie den Einfluß zahlreicher Faktoren über Raum und Zeit integrieren; theoretisch kann die Untersuchung der Avifauna eines Gebietes daher Einzelmessungen vieler verschiedener Größen an vielen Orten und zu vielen Zeitpunkten ersetzen. Diese Möglichkeit kann jedoch erst dann wirklich genutzt werden, wenn weit mehr als bisher darüber bekannt ist, welche Beziehungen zwischen den Einzelgrößen untereinander und zu den Vogelbeständen bestehen, d. h. welche Faktoren denn überhaupt integriert werden.

Allgemeine theoretische Überlegungen geben somit beim gegenwärtigen Stand unseres Wissens nur wenige Hinweise darauf, ob und wie Landvogelbestände als Bioindikatoren geeignet sind. Geht man von den praktischen Ergebnissen feldornithologischer Untersuchungen aus, so erscheinen für deren Verwendung zu Indikationszwecken zwei Ansätze möglich: der autökologische und der synökologische.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

4. Der autökologische Ansatz

Das Vorkommen und die Häufigkeit einer Art können als Anzeige dafür gedeutet werden, wie gut die Lebensraumansprüche dieser Art im betreffenden Gebiet erfüllt werden – wobei aber auch die Rolle zufälliger Bestandsschwankungen nicht übersehen werden sollte. Im allgemeinen läßt sich auch klar umreißen, welche Faktoren jeweils wichtig sind (vgl. z. B. SVÄRDSON 1949 für den Waldlaubsänger, SCHERZINGER 1977 für das Auerhuhn, CONRADS 1968 für den Ortolan in Westfalen). Damit kann der Bestand der Art prinzipiell als Indikator für diese Faktoren benutzt werden. Oft dürfte aber die direkte Erfassung einfacher sein: statt etwa vom Vorkommen des Ortolans auf das Vorhandensein leichter Böden zu schließen, ermittelt man die Bodenart zweifellos besser direkt (u. U. aus schon vorhandenen Karten!) und erhält dadurch rascher genauere Ergebnisse. Der Bestand einer einzelnen Art repräsentiert außerdem zunächst immer nur die Bedingungen ihres eigenen Monotops, kann also nicht ohne weiteres als Grundlage zu Aussagen über den Gesamtbestand oder gar das ganze Ökosystem dienen. In einzelnen Fällen läßt sich zwar nachweisen, daß etwa die Siedlungsdichte einer Art mit der Gesamtsiedlungsdichte korreliert, wie es z. B. MULSOW (1980) bei der Amsel fand. Derartige Ergebnisse müssen jedoch nicht unbedingt auch für andere Untersuchungsgebiete gelten. Im allgemeinen wird man autökologische Untersuchungen also nur in Sonderfällen für Indikationszwecke heranziehen können.

5. Der synökologische Ansatz

Die einfachsten Kenngrößen eines Vogelbestandes sind seine Artenzahl sowie die Abundanzen (Siedlungsdichten) und Dominanzen (Prozentanteile) der einzelnen Arten. Die beiden letzteren Größen werden häufig kombiniert zur Diversität, einem Maß für die Vielfalt des Bestandes. Sie wird zumeist berechnet nach der SHANNON-WEAVER-Formel:

$$H' = -\sum_i p_i \cdot \ln p_i \qquad \text{(Einheit: nat/Indiv.)}$$

wobei p_i die Dominanz (relative Häufigkeit) der i-ten Art bedeutet. H′ wächst mit zunehmender Artenzahl sowie mit gleichmäßigerer Verteilung der Individuen auf die Arten (ausführliche Diskussion s. ERDELEN 1977, 1978).

Die Diversität hat unter anderem bei der Beurteilung des „Belastungsgrades" von Ökosystemen Interesse gefunden, zum einen, weil sie es erlaubt, den Aufbau etwa eines Vogelbestandes durch eine einzige Kenngröße zu charakterisieren, zum anderen, weil in vielen Fällen wachsende Belastung mit abnehmender Diversität einherzugehen scheint (z. B. BEZZEL 1974, 1976). Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß eine gesicherte theoretische und begriffliche Fundierung des Diversitätskonzeptes noch keineswegs erreicht ist (für kritische Überblicke vgl. HURLBERT 1971, GOODMAN 1975). Dies betrifft Probleme der mathematisch-statistischen Behandlung (Übersicht bei PIELOU 1975), vor allem aber die Frage nach der biologischen Interpretation von Diversitätsgrößen. So ist etwa die Beziehung zwischen Diversität und Stabilität eines Ökosystems umstritten (z. B. KRICHER 1973). Engere Beziehungen bestehen zwischen Diversität der Avifauna und Vielfalt der räumlichen Habitatstruktur, wie viele Untersuchungen vor allem in Nordamerika und Europa zeigten (für eine Übersicht s. ERDELEN 1978). Auch hierbei stellt eine etwaige Indikation der Habitatstruktur durch den Vogelbestand aber einen noch dazu unsicheren Umweg dar, dem die direkte Ermittlung des Vegetationsaufbaus zweifellos vorzuziehen wäre. Möglicherweise werden Diversitätsangaben in Zukunft vor allem deskriptiven Zwecken dienen und für Vergleiche herangezogen werden; ihre absolute Größe bleibt einstweilen oft wenig aussagekräftig. Zudem korreliert die Diversität ohnehin sehr oft eng mit der Artenzahl, einer einfacheren und biologisch direkter interpretierbaren Größe (Abb. 1), der man daher ohne großen Informationsverlust den Vorzug geben kann.

Auch die synökologische Betrachtungsweise erscheint somit einstweilen wenig ergiebig bei der Suche nach möglichen Indikatorfunktionen terrestrischer Vogelbestände. Mehr noch als bei der Untersuchung einzelner Arten gilt hier, daß die Vielzahl der miteinander verknüpften Faktoren einerseits und das geringe vorhandene Wissen andererseits es sehr erschweren, streng wissenschaftlich begründete Aussagen darüber zu machen, was indiziert werden kann und wie.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

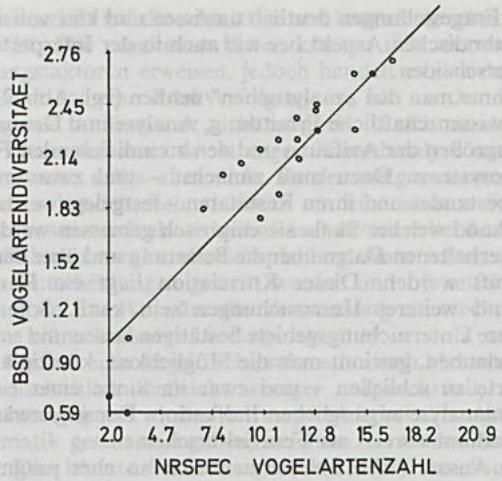

Abbildung 1. Beziehung zwischen Vogelarten-Diversität und Vogelartenzahl auf 22 Probeflächen im Braunkohle-Rekultivierungsgebiet der Ville. Korrelationskoeffizient r = 0,921; p < 0,001 Regressionsgerade: BSD = 0,116 NRSPEC + 0,776. (Aus ERDELEN 1978.)

6. Schlußfolgerungen

Es hat sich gezeigt, daß terrestrische Vogelbestände zwar unter methodischen Gesichtspunkten als Indikatoren geeignet wären, daß es aber schwierig ist, genau zu definieren und abzugrenzen, welche Faktoren oder Faktorenkomplexe sie indizieren. Eine vollständige und genaue Klärung dieser Frage bedarf noch beträchtlicher Forschungsarbeit. Dennoch wäre es zweifellos übertrieben, daraus zu folgern, daß zum gegenwärtigen Zeitpunkt keinerlei Nutzen aus der Anwendung des Indikatorkonzeptes auf Vogelbestands-Daten zu ziehen ist. Es sollten

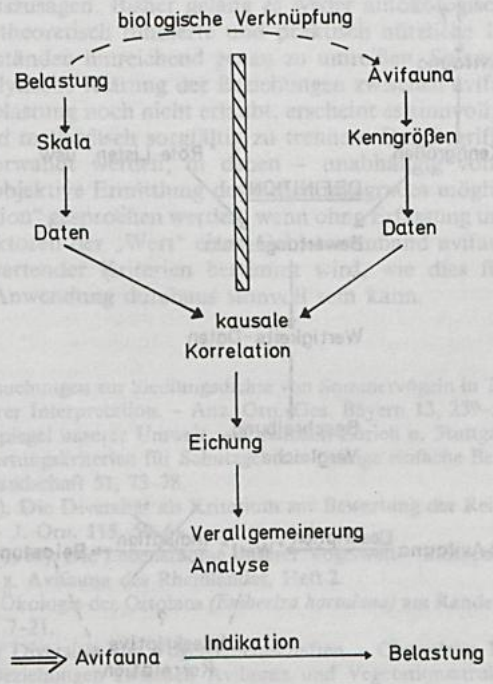

Abbildung 2. Verwendung der Avifauna als „Bioindikator". (Erläuterungen s. Text.)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

jedoch zwei verschiedene Fragestellungen deutlich umrissen und klar voneinander abgegrenzt werden, die sich vom methodischen Aspekt her wie auch in der Interpretation und Verwendung der Ergebnisse unterscheiden.

Den ersten Ansatz könnte man den „analytischen" nennen (vgl. Abb. 2). Er setzt sich zum Ziel die streng empirisch-wissenschaftliche Ermittlung, Analyse und Deutung der Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen der Avifauna und den zu indizierenden Faktoren, vor allem der „Belastung" des Ökosystems. Dazu muß zunächst – und zwar unabhängig von der Untersuchung des Vogelbestandes und ihren Resultaten – festgelegt werden, wie „Belastung" objektiv definiert und anhand welcher Skala sie empirisch gemessen werden kann. Anschließend können die im Feld erhaltenen Daten über die Belastung und über den Vogelbestand auf ihre Korrelation überprüft werden. Dieser Korrelation liegt ein Kausalzusammenhang zugrunde, der Gegenstand weiterer Untersuchungen sein kann. Sofern die gefundenen Beziehungen sich für andere Untersuchungsgebiete bestätigen lassen und somit eine „Eichung" und Verallgemeinerung erlauben, gewinnt man die Möglichkeit, künftig aus avifaunistischen Daten auf Belastungswerte zu schließen – und zwar im Sinne einer echten, d. h. streng definierten und der Kausalanalyse zugänglichen Indikation. Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse läßt dieses Stadium vorerst als Fernziel erscheinen.

Der andere mögliche Ansatz (Abb. 3) orientiert sich an eher pragmatisch-praktischen Kriterien und Erfordernissen. Er kann als „deskriptiv" bezeichnet werden, da er vorwiegend die Beschreibung eines Gebietes anhand seiner Avifauna anstrebt. Die hierbei verwandte Skala für den Zustand oder „Wert" des Gebietes wird per definitionem festgelegt, auch unter Einbeziehung eher intuitiver Erfahrungswerte („Natürlichkeit") oder wertender Kriterien (z. B. besondere Gewichtung seltener oder gefährdeter Arten der „Roten Listen"). Anhand dieser Skala erhält man Daten zur Beschreibung oder Bewertung eines Gebietes, die vor allem zu Vergleichszwecken benutzt werden können. Auch hier wird von der Avifauna auf den Zustand, den „Wert" geschlossen. Dies sollte aber nicht als „Indikation" bezeichnet werden, da ein definitorischer, nicht notwendig streng wissenschaftlich begründbarer Schritt vorausgegangen ist; der Ausdruck „Deskription" trifft daher besser zu. Die Vorteile dieses

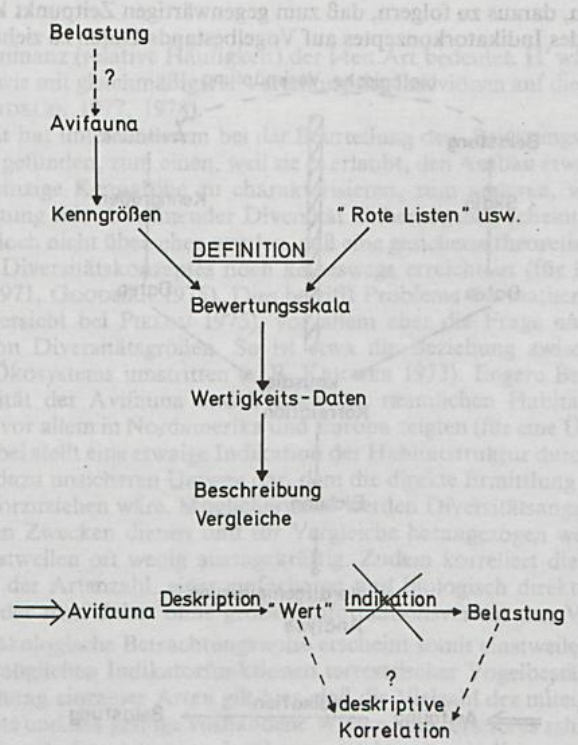

Abbildung 3. Verwendung der Avifauna als „Biodeskriptor". (Erläuterungen s. Text.)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Ansatzes liegen im Verzicht auf die schwierige und langwierige strenge Festlegung dessen, was „Belastung" exakt ist. Die erhaltenen Daten können sich zwar als korreliert mit objektiv ermittelten Belastungsfaktoren erweisen, jedoch handelt es sich dabei um eine ebenfalls nur „deskriptive" Korrelation: eine Rückverfolgung bis hin zu den biologischen Beziehungen zwischen Belastung und Avifauna ist nicht möglich, da sich mindestens einige Kriterien der „Wert"-Definition dieses Ansatzes der strengen Kausalanalyse entziehen.

Diese Vorgehensweise sollte aber nicht als der erstgenannten grundsätzlich unterlegen angesehen werden; es handelt sich vielmehr um eine andere Fragestellung mit eigenem Lösungsweg. Dieser erweist sich als vorteilhaft insbesondere bei den heute sehr umfangreichen Aufgaben, die im Rahmen von Landschaftsplanung, Naturschutz und damit zusammenhängenden politischen Entscheidungen gestellt werden und oft unter Zeitdruck gelöst werden müssen. Auch für diese Zwecke wäre die Verwendung einer echten „Bioindikation" durch Vogelbestände sehr wünschenswert. Solange sie aber in wohl noch ferner Zukunft liegt, erscheint auch der Einsatz einer begrifflich und methodisch klar umrissenen „Biodeskription" sinnvoll, die wissenschaftlich vielleicht weniger anspruchsvoll, dafür aber bereits heute praktikabel ist. Darüber hinaus wird es sich empfehlen, bei allen Arbeiten im Rahmen der hier besprochenen Thematik genau anzugeben, welchem der beiden Ansätze die jeweilige Fragestellung entspricht. Dies könnte dazu beitragen, den Begriff des „Bioindikators" auch in Bezug auf terrestrische Vogelbestände vor Verwässerung zu bewahren.

7. Zusammenfassung

Die Anforderungen an einen Bioindikator lassen sich in zwei Gruppen unterteilen: Erstens soll der Indikator aufgrund bestimmter biologischer Beziehungen einen Faktorenkomplex repräsentieren. Zweitens soll er besser erfaßbar sein. Der zweite Punkt läßt sich im Hinblick auf terrestrische Vogelbestände vergleichsweise leicht beantworten. Vögel gehören zu den am besten zu erfassenden Tiergruppen; schon diese methodische Eignung prädestiniert sie in gewissem Grade zu Bioindikatoren, wenn auch nach wie vor Probleme bei der Ermittlung von Vogelbeständen bestehen. Wesentlich größere Schwierigkeiten wirft aber die Frage auf, was Vogelbestände überhaupt indizieren können, und warum sie es indizieren. Dies gilt besonders, wenn man versucht, etwas über „Wert", „Bedeutung", „Natürlichkeit" oder „Belastungsgrad" ganzer Ökosysteme auszusagen. Bisher gelang es weder autökologischen noch synökologischen Ansätzen, eine theoretisch fundierte und praktisch nützliche Indikatorfunktion von terrestrischen Vogelbeständen hinreichend genau zu umreißen. Solange unser Wissensstand eine strenge kausalanalytische Klärung der Beziehungen zwischen avifaunistischen Kenngrößen und Ökosystem-Belastung noch nicht erlaubt, erscheint es sinnvoll, zwei unterschiedliche Ansätze begrifflich und methodisch sorgfältig zu trennen: Der Begriff „Bioindikator" sollte nur in den Fällen verwandt werden, in denen – unabhängig von der avifaunistischen Untersuchung – eine objektive Ermittlung des Belastungsgrades möglich ist. Demgegenüber sollte von „Biodeskription" gesprochen werden, wenn ohne Erfassung und strenge Analyse der zugrundeliegenden Faktoren der „Wert" eines Gebietes anhand avifaunistischer Daten und unter Einbeziehung wertender Kriterien bestimmt wird, wie dies für Vergleiche und zu Zwecken praktischer Anwendung durchaus sinnvoll sein kann.

Literatur

BEZZEL, E. (1974): Untersuchungen zur Siedlungsdichte von Sommervögeln in Talböden der Bayerischen Alpen und Versuch ihrer Interpretation. – Anz. Orn. Ges. Bayern **13**, 259–279.

– (1975): Vogelleben – Spiegel unserer Umwelt. – Erlenbach-Zürich u. Stuttgart (Rentsch).

– (1976): Vögel als Bewertungskriterien für Schutzgebiete – einige einfache Beispiele aus der Planungspraxis. – Natur und Landschaft **51**, 73–78.

– & J. REICHHOLF (1974): Die Diversität als Kriterium zur Bewertung der Reichhaltigkeit von Wasservogel-Lebensräumen. – J. Orn. **115**, 50–61.

BLANA, E. & BLANA, H. (1974): Die Lebensräume unserer Vogelwelt – Biotopschlüssel für die Hand des Ornithologen. – Beitr. z. Avifauna des Rheinlandes, Heft **2**.

CONRADS, K. (1968): Zur Ökologie des Ortolans *(Emberiza hortulana)* am Rande der Westfälischen Bucht. – Vogelwelt, Beiheft **2**, 7–21.

ERDELEN, M. (1977): Zur Diversität von Vogelgemeinschaften. – Charadrius **13**, 1–7.

– (1978): Quantitative Beziehungen zwischen Avifauna und Vegetationsstruktur. – Diss. Universität Köln.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

GLOWACIŃSKI, Z. & J. WEINER (1975): A bird community of a mature deciduous forest: its organization, standing crop and energy balance (IBP „Ispina Project"). – Bull. de l'Acad. Polon. de Sciences, sér. de sci. Biol. **23**, 691–697.

GOODMAN, D. (1975): The theory of diversity – stability relationships in ecology. – Quart. Rev. Biol. **50**, 237–266.

HOLMES, R. T. & F. W. STURGES (1975): Bird community dynamics and energetics in a Northern hardwoods ecosystem. – J. Anim. Ecol. **44**, 175–200.

HURLBERT, S. H. (1971): The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. – Ecology **52**, 577–586.

KRICHER, J. C. (1973): Summer bird species diversity in relation to secondary succession on the New Jersey Piedmont. – Amer. Midl. Naturalist **89**, 121–137.

MULSOW, R. (1980): Untersuchungen zur Rolle der Vögel als Bioindikatoren – am Beispiel ausgewählter Vogelgemeinschaften im Raum Hamburg. – Hamburger Avifaunistische Beiträge **17**, 270 S.

OELKE, H. (1980): Siedlungsdichte, in: BERTHOLD, P.; E. BEZZEL & G. THIELCKE, Praktische Vogelkunde, 2. Aufl., Greven/Westf.

PIELOU, E. C. (1975): Ecological Diversity. – New York (Wiley Interscience).

ROTENBERRY, J. T. (1980): Bioenergetics and diet in a simple community of shrubsteppe birds. – Oecologia **46**, 7-12.

SCHERZINGER, W. (1977): Rauhfußhühner. – Nationalpark Bayer. Wald, Arbeiten Nr. **2**, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

SVÄRDSON, G. (1949): Competition and habitat selection in birds. – Oikos **1**, 157–174.

WIENS, J. A. (1977): Model estimation of energy flow in North American grassland bird communities. – Oecologia **31**, 135–151.

Anschrift des Verfassers: Dr. Martin Erdelen, Zoologisches Institut I, Universität zu Köln, Weyertal 119, D-5000 Köln 41.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: BH_26

Autor(en)/Author(s): Erdelen Martin

Artikel/Article: Der Brutbestand terrestrischer Vogelarten als Indikator von Umweltbelastungen 186-192