

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N. F. 14	3	557-565	1988	Freiburg im Breisgau 1. Dez. 1988
--	----------	---	---------	------	--------------------------------------

Quantitative Faunistik und Biozönologie: Methoden, Ergebnisse und Probleme (Schmetterlinge und Singvögel)*

von

JOSEF H. REICHHOLF, München**

Abstract

Quantitative faunistics and biocenology: Methods, results and problems (*Lepidoptera* and passerine birds).

Light-trap captures (live traps) and line transect counts are widely used, powerful methods in biocenological research. Their efficiencies depend on (i) size of the area investigated, (ii) the amount of time spent sampling and (iii) the faunal turnover on the site under study. For passerine birds, butterflies and moths, studied extensively in Southern Bavaria during the last two decades, some generalization can be made. The richer the moth fauna the more years of study are necessary; short-term-studies of less than 2 years are of limited value. The constancy of occurrence shows a hyperbolic pattern, which may be broken down into a constant section or core of typical species and a fluctuating one which contributes to the species turnover of 36 per cent per year (average). A period of 10 years may not be enough to calculate trends (birds and *Lepidoptera* likewise). The critical minimal size of a study site for censusing a bird community is around 80 hectares of sufficiently uniform habitat. Habitat structure is likely to cause substantial differences even in the case of quite uniform habitat types, the most prominent factor being fragmentation. Simple (looking) and basic questions about minimal sizes and durations of study remain largely unanswered up to now, obviously. Biocenology is challenged to realize and solve the problems associated with these basic difficulties of assessing the spatial and temporal dynamics of animal communities.

Ausgangsfragen

Die faunistische Erfassung bildet eine der wesentlichen Grundlagen für die zoo-
zönologische Arbeit. Viele biozönologische Fragestellungen lassen sich nur mit hin-
reichender Kenntnis der beteiligten Artenspektren behandeln. Die Ausführungen
von KRATOCHWIL (1988) in diesem Band geben den hierzu angemessenen Rahmen
und die biozönologisch-wissenschaftlichen Grundlagen. Das darin zum Ausdruck

* Nach einem Vortrag, gehalten bei der 1. Tagung des Arbeitskreises „Biozönologie“ in der GfÖ (Freiburg, 14./15. Mai 1988).

** Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. J. H. REICHHOLF, Zoologische Staatssammlung, Abteilung Faunistik & Ökologie, Münchhausenstraße 21, 8000 München 60.

gebrachte Niveau wird sich allerdings nur dann erreichen lassen, wenn methodisch der dynamischen Natur der Artengemeinschaften Rechnung getragen wird. Dieser Anspruch wirft mehrere Fragen auf, darunter insbesondere folgende:

- Wieviel Zeit muß für die Erfassung einer Artengruppe in einem bestimmten Gebiet aufgewandt werden („Zeitfrage“)
- Wie hoch ist der Artenumsatz in der betreffenden „Fauna“ („Turnoverfrage“)
- Wie groß müssen die Untersuchungsflächen mindestens sein? („Flächenfrage“)

Diese scheinbar einfachen Fragen sind derzeit nur für einzelne Artengruppen und für bestimmte Rahmenbedingungen so zu beantworten, daß sich aus den Befunden konkrete quantitative Angaben ableiten lassen. Zur Erörterung der Problematik sollen nachfolgend zwei Taxa, nämlich Schmetterlinge und Singvögel, beispielhaft herausgegriffen werden, weil sie mit den Methoden des Lichtfallenfanges und der Linientaxierung gut erfaßt werden können. Die dabei erzielten Befunde erscheinen geeignet, die in den Ausgangsfragen angerissene, allgemeinere Problematik deutlich zu machen.

Warum Schmetterlinge und Singvögel?

Schmetterlinge und Singvögel eignen sich aus verschiedenen Gründen verhältnismäßig gut für quantitativ-faunistisches Arbeiten. Die Arten sind vergleichsweise schnell und einfach zu bestimmen, ihre Vorkommen und Häufigkeiten sind im allgemeinen ganz gut bekannt und sie lassen sich mit hinreichend reproduzierbaren Methoden erfassen. Insbesondere dieser methodische Aspekt erscheint bedeutsam, weil nur ein ausreichendes Maß an Standardisierung entsprechend „brauchbare“, d. h. einer kritischen Überprüfung standhaltende Ergebnisse liefert.

Zwei weithin benutzte, oftmals überprüfte Methoden sollen hier wiederum exemplarisch hervorgehoben werden: die Linientaxierung und der Lichtfang mit Lebendfallen.

Linientaxierungen können gleichermaßen zur Erhebung von (Sing)Vogelbeständen wie von Tagfaltern angewandt werden. Im einschlägigen Schrifttum ornithologischer und ökologischer Freilandmethoden sind sie hinlänglich beschrieben. Sie liefern relative Häufigkeiten, die sich aber nach entsprechender „Eichung“ über Testflächen auch auf absolute Werte (Abundanzen) umrechnen lassen, sofern dies nötig sein sollte. Normalerweise genügen die relativen Häufigkeiten bzw. das Vorkommen oder Fehlen der einzelnen Arten, um die Dynamik im Artenbestand sichtbar werden zu lassen.

Auch die Lichtfallen sind „ausgereifte“ Fangverfahren. Sie können jedoch prinzipiell nur relative Häufigkeiten, genau genommen „relative Anflug-Aktivitäten“ liefern. Dafür besitzen sie den Vorteil einer Beobachter-unabhängigen Effizienz. Die Lichtfallen lassen sich technisch praktisch perfekt machen (einem Meßinstrument vergleichbar).

Die hier referierten Ergebnisse wurden mit Lebendfang-Lichtfallen (UV-reiche Blaulichtstrahlen) erzielt, welche die Falter nicht töten. Nach erfolgter Auszählung und Artbestimmung können die gefangenen Schmetterlinge am (frühen) Morgen nach der Fangnacht wieder freigelassen werden. Wiederfänge farbmarkierter Falter zeigen normale Überlebensraten.

Anhand der beiden Taxa und Methoden soll daher versucht werden, quantitative Ansätze zur Lösung der eingangs genannten Grundfragen zu liefern oder zumindest die mit den Fragen verbundenen Probleme transparenter zu machen. Von einer biozöologischen Interpretation der Ergebnisse wird abgesehen, um die methodischen Aspekte in den Vordergrund treten zu lassen. Aus dem gleichen Grund wird auch auf die Einarbeitung der umfangreichen Fachliteratur verzichtet. Die wesentlichen Grundlagen sind den bekannten Handbüchern zu entnehmen. Nur die beiden Werke von MAC ARTHUR (1972) und WILLIAMS (1964) sollen hier als methodisch unabdingbare Grundlagen genannt werden.

Ergebnisse

Artenreichtum und Zeitaufwand

Der Zeitaufwand für die Erfassung des Artenbestandes hängt erwartungsgemäß vom Artenreichtum ab. Diese Selbstverständlichkeit gewinnt aber erst bei der Betrachtung der Entwicklung des durch Lichtfallenfänge ermittelten Artenreichtums eine präzisere „Zeitgestalt“ (Abb. 1 und 2). Nun zeigt sich, daß schon ver-

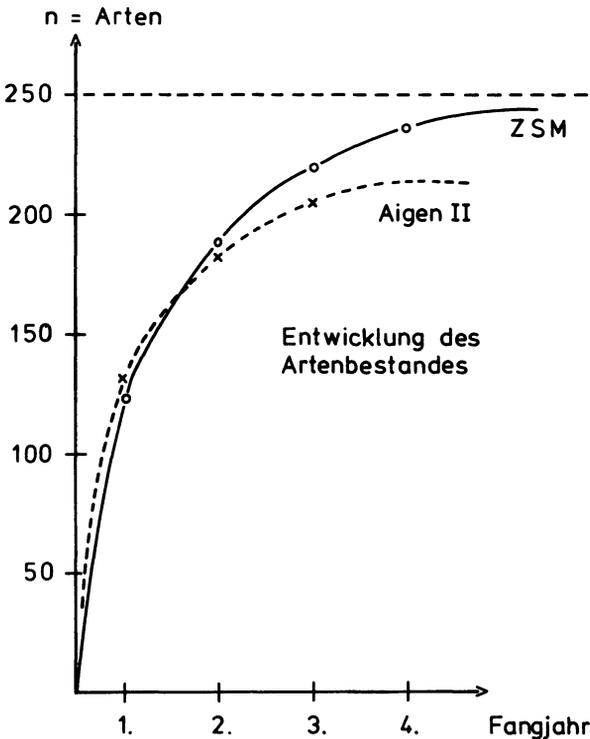


Abb. 1: Entwicklung des Artenbestandes (kumulativ) in zwei Lichtfanggebieten (ZSM = alte Zoologische Staatssammlung, München; Aigen II = Dorfgarten in Niederbayern). — Development of species numbers (cumulative) with time (years) in two light-trap-sites in Bavaria (ZSM = Munich, part of Nymphenburg Castle; Aigen II = village garden in Lower Bavaria).

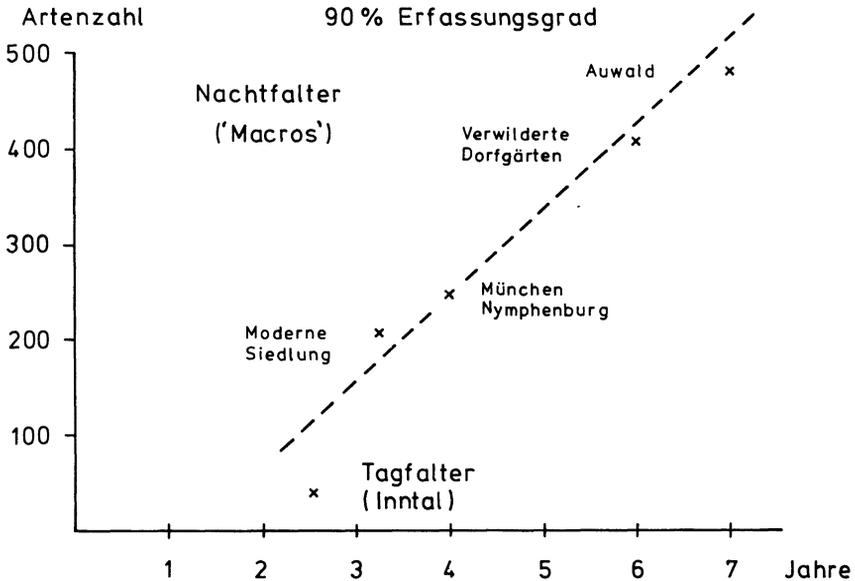


Abb. 2: Erfassungsaufwand in Abhängigkeit vom Artenreichtum bei angestrebtem Erfassungsgrad von 90 %; Nachtfalter mit Lichtfallenfängen, Tagfalter mit Linientaxierungen. — Amount of time to be invested for different light-trap-sites in relation to total species numbers of the different habitats, ranging from modern village gardens to riverine forest (uppermost point). Only macrolepidoptera have been evaluated. Butterflies (lowermost value) are given for comparison (line transect counts). Amount of time given in „years of study“.

gleichweise „einfache“, artenarme Fangstellen, wie ein rund 6.000 m² großer Innenhof von Schloß Nymphenburg in München (ZSM in Abb. 1) oder ein typisches Vorgartengelände (Aigen II in Abb. 1) einen mehrjährigen Zeitaufwand erforderlich machen, um das Artenspektrum weitgehend zu erfassen. Nach dem 1. Fangjahr ist nur etwa die Hälfte der Arten nachgewiesen. Abb. 2 faßt einige Ergebnisse so zusammen, daß jeweils ein Erfassungsgrad von 90 % des kalkulierbaren Artenspektrums (ermittelt durch Extrapolation der Kurven des kumulativen Artenspektrums [Abb. 1] zum asymptotischen Grenzwert = 100 %) vorgegeben wird. Es ergibt sich daraus eine klare Beziehung zwischen Artenzahl und Untersuchungsdauer (in Jahren). Zur Erfassung des artenreichen Auwaldes sind mindestens 7 Jahre nach dieser Kalkulation zu veranschlagen. Kurzzeituntersuchungen von nur zwei Jahren Dauer oder weniger können daher ganz offensichtlich nur recht bedingt brauchbare Resultate liefern, wobei hinzukommt, was später noch ausgeführt wird, daß einzelne Jahre höchst „untypisch“ sein können.

Struktur der Artenspektren

Aus Abb. 3 geht die bekannte Tatsache hervor, daß die verschiedenen Arten unterschiedlich häufig vorkommen. Es wäre aber eine zu grobe, wahrscheinlich oft sogar unzuverlässige Vereinfachung, wollte man daraus ableiten, daß die häufigen Arten (links) die lebensraumtypischen und konstant vorkommenden wären und die

seltenen (rechts) die unsteten, unregelmäßig auftretenden. Vielmehr zeigt die Konstanz (Abb. 4) ein hyperbolisches Verteilungsmuster mit einem Anteil sehr regelmäßig von Jahr zu Jahr vorkommenden Arten (rechts) und solchen, die nur ganz

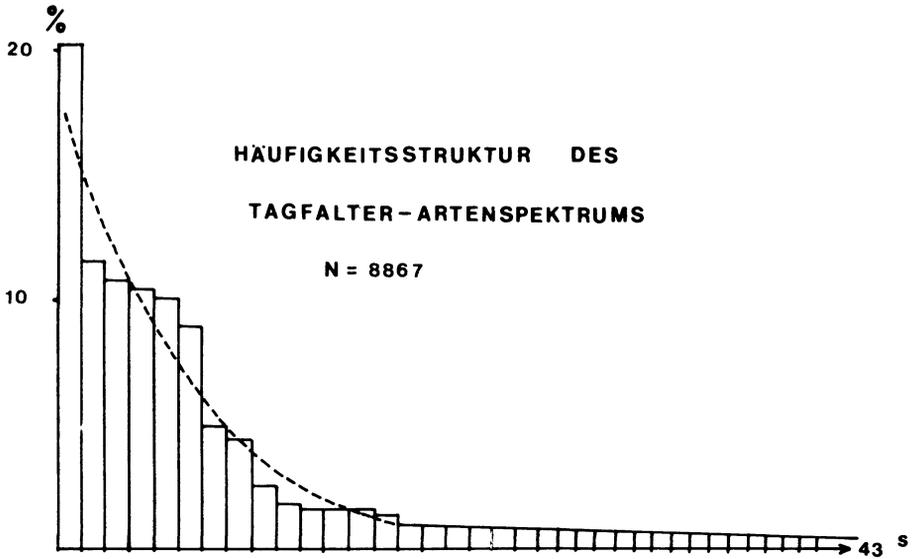


Abb. 3: Häufigkeitsstruktur eines Tagfalter-Artenspektrums. — Abundance structure of a butterfly count (aus REICHHOLF 1986 a).

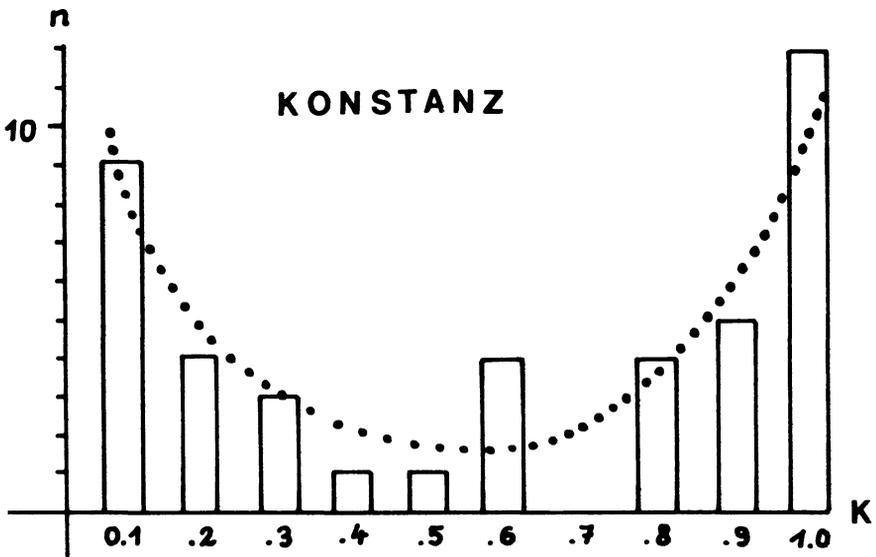


Abb. 4: Konstanz des Auftretens der Tagfalter eines Untersuchungsgebietes in Südostbayern im Verlauf eines Jahrzehnts. — Constancy of occurrence of butterfly species in a study area in Southeastern Bavaria over a period of ten years (aus REICHHOLF 1986 a).

unregelmäßig auftreten. Häufigkeitsstruktur und Konstanz verbinden sich zur Dynamik des Arten-Umsatzes („Turnover“). Er beträgt für Tagfalter (REICHHOLF 1986a) durchschnittlich 36 % (max. bis 60 %). Einen sehr ähnlichen Wert errechnete HAUSMANN (unveröffentl.) für Lichtfallenfänge von Nachtfaltern.

„Typische Untersuchungsjahre“ und Trends

Daß Vorkommen und Häufigkeit von Schmetterlingen (und anderen Taxa) von Jahr zu Jahr mehr oder minder starken Schwankungen unterworfen sein können, ist gleichfalls hinlänglich bekannt. Dennoch wird diese Tatsache gerade dann häufig außer acht gelassen, wenn es darum geht, Trends herauszuarbeiten. Wie Abb. 5 zeigt, könnten bei „passender“ Wahl der Untersuchungsjahre sowohl ein Rückgang der Tagfalterhäufigkeit (1973–79), starke Zunahmen (1979–82 und 1984–86) oder überhaupt kein Trend (1971–85) bzw. eine allgemeine Zunahme (1971–86) „nachgewiesen“ werden. Insbesondere das Ausnahmejahr 1986, das als „Jahr der Schmetterlinge“ alle Rekorde der 16 Untersuchungsjahre brach, unterstreicht, wie vorsichtig Trendanalysen vorgenommen werden müssen. Selbst ein volles Jahrzehnt reicht nicht aus, um wirklich gesicherte Aussagen über längerfristige Bestandsveränderungen zu machen. Das Ausklammern solcher Extremjahre wie 1986 löst die Problematik keinesfalls, wenn biozöologische Fragen behandelt werden sollen. Denn die „guten Jahre“ zeitigen Nachwirkungen, deren Ausmaß und Bedeutung sich bislang nicht abschätzen läßt. Die einzige wirkliche Alternative,

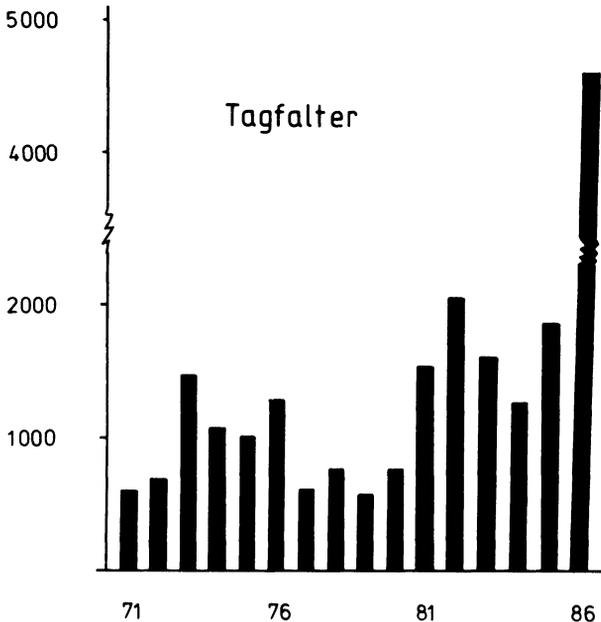


Abb. 5: Häufigkeitsschwankungen der Tagfalter im niederbayerischen Inntal. — Changes in the abundance of butterflies in the Lower Bavarian valley of the river Inn (1971–1986).

die streng autökologische Betrachtung der Einzelart, würde zwar weiterhelfen, aber von der biozöologischen Zielsetzung wegführen. Das „typische Jahr“ ist eine Fiktion.

Kritische Flächengrößen

Der Artenreichtum hängt in starkem Maße von der Flächengröße ab (MAC ARTHUR & WILSON 1967, MAC ARTHUR 1972). Reichen für Tagfalter schon Transektlängen von 200–500 m aus, um das Artenspektrum zu erfassen (REICHHOLF 1986 a, Abb. 6), so kommt die gebietstypische Avifauna (von Brutvögeln in Mitteleuropa) erst nach Flächengrößen von mehr als 80 Hektar zustande (REICHHOLF 1980). Diese „Arten-Areal-Beziehung“ läßt sich gut quantifizieren. Für Brutvögel ergibt sich die Exponentialfunktion $S = 42 A^{0.14}$, wobei S die Artenzahl und A die Flächengröße (in km^2) darstellen. Aus dieser Formel kann der Erwartungswert für jede beliebige Flächengröße (zwischen 0.8 und bis zu 10^5 km^2) berechnet und dem tatsächlichen Befund gegenübergestellt werden. Die kritischen

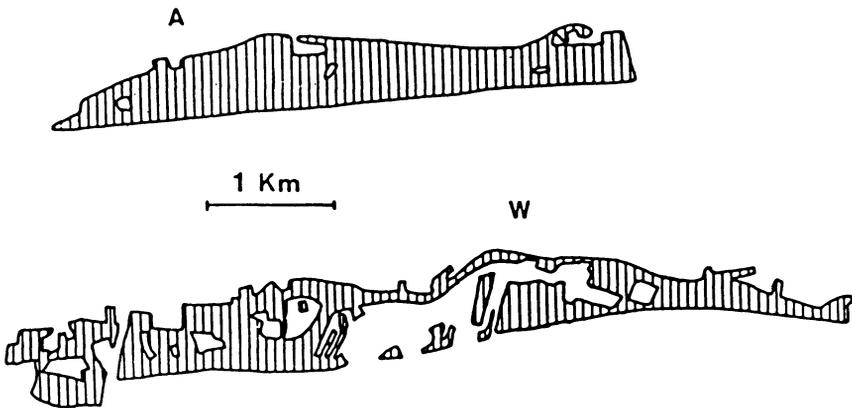


Abb. 6: Geschlossener (A) und durch Rodungen fragmentierter (W) Auwald am unteren Inn. Closed (A) and fragmented (W) riverine forest in the Lower Bavarian valley of the river Inn. Clearings are made for agriculture.

Flächengrößen haben Konsequenzen für die Größe von Naturschutz(Vogel-schutz)gebieten (REICHHOLF 1986 b und 1987). Doch auch für avizöologische Untersuchungen ergibt sich aus diesem Befund der Grenzwert: Untersuchungsflächen von weniger als 80 ha Größe können nur einen mehr oder minder kleinen Ausschnitt aus dem Artenspektrum enthalten!

Struktur der Untersuchungsflächen

Sehr viele, wenn nicht die meisten Tierarten zeigen eine mehr oder minder große Plastizität in ihrer ökologischen Einpassung. Besondere Strukturen in ihrem Lebensraum spielen oft eine bedeutendere Rolle als konkrete Arten im Ressourcenspektrum. Darin begründet sich eine der zentralen Schwierigkeiten für die Zuordnung von Zoozönosen zu Pflanzengemeinschaften. Die direkten Abhängigkeiten

werden offenbar mit zunehmender stammesgeschichtlicher „Höhe“ geringer. So wählen die meisten Vogelarten ihre Lebensräume nach „Biotopstrukturen“ und nicht nach dem Vorkommen bestimmter (Pflanzen)Arten. Der Einfluß der Raumstruktur als einer der „Strukturkomponenten“ geht aus dem Befund zu Abb. 6 hervor. Der Vergleich von zersplittertem, „fragmentiertem“ Auwald (W) und geschlossenem (A) am unteren Inn ergibt einen Artenverlust von 14 % (Singvögel) für den fragmentierten Auwald und eine Verdopplung der Fluktuationsstärke der Singvogelpopulationen (REICHHOLF, im Druck, vgl. auch REICHHOLF & SCHAACK 1986). Trotz grundsätzlich gleich gebliebenem Lebensraumtyp (in pflanzensoziologischer Hinsicht) fallen Artenspektrum und Dynamik im fragmentierten Auwald erheblich unterschiedlich aus in Vergleich zum geschlossen erhalten gebliebenen. Dabei ist anzumerken, daß in beiden Fällen die kritischen Flächengrößen (80 ha) nicht unterschritten worden sind. Bei Betrachtung größerer Gebiete kommt ein Turnover hinzu, der die Gewinne und Verluste in der Avifauna einer Region durchaus dynamisch zu kompensieren vermag (REICHHOLF 1986 c). Größere Strukturveränderungen, wie in diesem Fall (Errichtung von Stauseen) wirken weit über die unmittelbar veränderte Fläche hinaus und beeinflussen Struktur und Dynamik der Avifauna viel größerer Gebiete nachhaltig.

Diskussion

Auf die eingangs aufgeworfenen Fragen haben sich verschiedene, mehr oder minder quantifizierte Antworten ergeben, die insgesamt zum Ausdruck bringen, daß die zu behandelnden Faunen (bzw. Taxa als Komponenten der Fauna) sehr dynamisch sein können: Untersuchungsfläche und Untersuchungszeit werden zu so bestimmenden Rahmenbedingungen für die Fragestellung, daß das Ergebnis sehr stark von ihnen abhängt. Kurzzeitige und kleinräumige faunistische Studien eignen sich daher kaum für biozoologisches Arbeiten, es sei denn, die Rahmenbedingungen wären so gut bekannt, daß sich die Ergebnisse raum-zeitlich gut genug einordnen (und bewerten) lassen. Biozönosen sind keine „Super-Organismen“! Es fehlen ihnen äußere Grenzen, eine innere, zentrale Funktionssteuerung sowie die Fähigkeit zur Fortpflanzung. Vielmehr handelt es sich bei ihnen um „offene Systeme“ (viel offenere, als es die Organismen selbst sind) mit einem sehr hohen Ausmaß an innerer Dynamik und raum-zeitlicher Veränderung. Die quantitative Faunistik kann diese Dynamik und die mit ihr verbundenen, fließenden Übergänge sichtbar machen und dadurch wichtige Rahmenbedingungen aufzeigen, die eine bessere Einordnung und Interpretation der biozoologischen Befunde ermöglichen. Darin dürfte ihr wichtigster Beitrag zur Biozoologie liegen.

Schrifttum

- KRATOCHWIL, A. (1988): Tagung des Arbeitskreises „Biozoologie“ in der Gesellschaft für Ökologie am 14. und 15. Mai 1988 in Freiburg i. Br. – Einführung, Verlauf und Resümee – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N. F. 14/3, 537–546. Freiburg i. Br.
- MAC ARTHUR, R. H. (1972): *Geographical Ecology*. – 269 S., New York (Harper & Row, Publ.).
- MAC ARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. (1967): *Biographie der Inseln*. – 201 S., München (Goldmann).

- REICHHOLF, J. (1980): Die Arten-Areal-Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa. – Anz. orn. Ges. Bayern, **19**, 13–26, München.
- REICHHOLF, J. (1986 a): Tagfalter: Indikatoren für Umweltveränderungen. – Ber. ANL, **10**, 159–169, Laufen.
- REICHHOLF, J. (1986 b): Inselökologische Aspekte der Ausweisung von Naturschutzgebieten für die Vogelwelt. – Laufener Seminarbeitr. **7/84**, 57–61, Laufen.
- REICHHOLF, J. (1986 c): Gewinne und Verluste: Ein halbes Jahrhundert Veränderung in der Avifauna eines Gebietes im nördlichen Voralpenraum. – Anz. orn. Ges. Bayern, **25**, 81–92, München.
- REICHHOLF, J. (1987): Indikatoren für Biotopqualitäten, notwendige Mindestflächengrößen und Vernetzungsdistanzen. – Forschungs- und Sitzungsber. **165**, 291–309, Akademie f. Raumforschung, Hannover.
- REICHHOLF, J. (im Druck): Ist der Biotopverbund die Lösung des Problems kritischer Flächengrößen? – Laufener Seminarbeitr., Laufen.
- REICHHOLF, J. & SCHAACK, K.-H. (1986): Linientaxierungen von Sommervögeln im Auwald. – Anz. orn. Ges. Bayern, **25**, 175–187, München.
- WILLIAMS, C. B. (1964): Patterns in the Balance of Nature. – 324 S., London (Academic Press).

(Am 1. August 1988 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1986-1989

Band/Volume: [NF_14](#)

Autor(en)/Author(s): Reichholf Josef

Artikel/Article: [Quantitative Faunistik und Biozönologie: Methoden, Ergebnisse und Probleme \(1988\) 557-565](#)